

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

**Diseño de un Detallador de Estado Sólido a ser Utilizado
en Señalización Náutica en la Costa Continental e
Insular del Ecuador**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del Título de
INGENIERO ELECTRICO
ESPECIALIZACION ELECTRONICA**

Presentada por:

WILMAN SOLORZANO LOPEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.981

AGRADECIMIENTO

*Al Ing. FREDDY VILLO Quezada,
Director de Tesis, por su ayuda y ase-
soramiento en la realización de este
trabajo.*

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

Freddy Villao Q

Ing. Freddy VILLAO Quezada.
DIRECTOR DE TESIS.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in blue ink, reading "Wilman Solórzano López". The signature is stylized with large, flowing loops.

Wilman Solórzano López.

RESUMEN DEL TEMA

El presente tema de tesis está orientado básicamente al diseño de un destellador de estado sólido en el que se pone especial atención para darle la aplicación más apropiada como es el usarlo en la modernización del Sistema de Señalización Náutica que actualmente tiene a su cargo la Autoridad Portuaria de Guayaquil, que comprenden 69 ayudas lumínicas a la navegación, todas ellas alimentadas con gas. Considerando también la ampliación del Sistema de Señalización que está haciendo el Instituto Oceanográfico de la Armada, se detalla el menor costo del destellador diseñado en el presente estudio, comparándolo con el destellador de estado sólido EKSK-12 producido por la Compañía AGA de Suecia utilizado para el efecto, con lo cual se justifica plenamente la fabricación de estas unidades a nivel nacional.

En este destellador se utilizan principios diferentes a los usados en los diseños de las unidades de fabricación extranjera. El fundamento del destellador se basa en el principio de extinción por conmutación forzada de un SCR que se lo consigue con la ayuda de otro SCR; los pulsos de control para la extinción se lo realiza con la ayuda de circuitos.

tos integrados multivibradores monoestables y de circuitos detectores de pendiente negativa.

En esta tesis también se mencionan los parámetros básicos en Señalización Náutica, que son necesarios incluirlos ya que en base de éstos se determina la naturaleza del destellador, como por ejemplo: características lumínicas y razón de destello, alcance geográfico, alcance lumínico nominal, intensidad lumínica, etc.

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	II
PROLOGO.....	IV
I. INTRODUCCION	1
1.1 Parámetros básicos en Señalización Náutica.....	1
1.1.1 Características Lumínicas y Razón de Destello....	4
1.1.2 Clasificación de las Características Lumínicas...	5
1.1.3 Alcance Geográfico.....	10
1.1.4 Alcance Lumínico Nominal.....	12
1.1.5 Intensidad Lumínica.....	12
1.1.6 Factor de Transmisión Atmosférica (T).....	14
1.2 Utilización de Destelladores Electrónicos para Ayudas a la Navegación Marítima en comparación con los Destelladores a Gas.....	15
1.2.1 Facilidad en las maniobras de reabastecimiento y mantenimiento de los faros.....	17
1.2.2 Incremento de la Intensidad Lumínica de las Ayudas a la Navegación	18
1.2.3 Períodos más largos de operación sin atención....	18
1.2.4 Costos de Operación.....	19
1.3 Destellador Electrónico con Dispositivo Cambiador de Lámparas Electrónico-Mecánico.....	20
1.4 Destellador Electrónico de estado sólido. Ventajas de su utilización.....	22
1.5 Descripción del Sistema de Señalización Náutica del Ecuador.....	24
1.6 Costos del equipamiento eléctrico utilizado	26
1.7 Necesidad de disponer de una fabricación nacional de destelladores de estado sólido	26

II. DISEÑO	28
2.1 Generalidades	28
2.2 Codificador	28
2.2.1 Circuito Contador	29
2.2.2 Circuitos del Programa	31
2.3 Circuitos de la Lámpara	34
2.3.1 Regulador de Voltaje	34
2.3.2 Circuito Selector de Filamento	35
2.3.3 Circuito de la lámpara propiamente dicha.....	36
2.3.4 Protección contra cortocircuito	36
2.4 Programación de las Características Lumínicas.....	38
2.4.1 Un destello simple	38
2.4.2. Dos destellos de Igual Duración	38
2.4.3 Dos Destellos de Diferente Duración	39
2.4.4 Tres Destellos de Igual Duración	39
2.4.5 Tres Destellos de Diferente Duración	39
2.4.6 Cuatro Destellos de Igual Duración	39
2.4.7 Cuatro Destellos de Diferente Duración	40
2.4.8 Destello Rápido e Interrumpido	40
III. PRESUPUESTO	41
3.1 Lista de Partes	41
3.2 Costo Total del Diseño	48
IV. CONSTRUCCION	50
4.1 Técnicas y Materiales Utilizados	50
4.2 Sumario de las características técnicas obtenidas del Destellador	56
4.3 Programación de las características lumínicas convencio nales	59
V. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	66

VI. CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	76

PROLOGO

La finalidad de esta tesis es presentar el diseño de un destellador electrónico, con cuya construcción se tratará de implementar las ayudas lumínicas del Sistema de Señalización Náutica del Ecuador que aún faltan por modernizarse. Para poder comprender el desarrollo del diseño, sólo se hace necesario el conocimiento de algunos conceptos básicos de electrónica, así por ejemplo, el funcionamiento y operación del transistor como switch, la oscilación del UJT, el estado de conducción y de corte del SCR y del PUT, etc. Igualmente se requiere conocer las respuestas de los circuitos integrados Multivibrador Monoestable y Contador de Décadas. Es necesario destacar que el nivel de conocimientos matemáticos tiene un mínimo de incidencia en la elaboración del diseño.

En el primer capítulo, trato de un modo general el Sistema de Señalización Náutica del Ecuador, los parámetros básicos y los equipos que se utilizan en el mismo. Para escribir este capítulo, se hace uso de algunas fuentes de información, las mismas que aparecerán en la bibliografía; siendo su objetivo principal dejar establecidos los fundamentos de la Ingeniería de Señalización y las ventajas de la utilización del equipamiento electrónico con relación al tradicional a gas.

En el segundo capítulo, trato del diseño propiamente dicho del destellador electrónico, se hace una descripción electrónica detallada de todas y cada una de las partes que componen la unidad; al final del capítulo se detalla la programación de las características lumínicas del destellador.

El tercer capítulo es dedicado al costo del diseño, se incluye también la lista de partes, la misma que se la elaboró tomando como guía el manual de reemplazo de Semiconductores de Sylvania.

El capítulo cuarto tiene relación directa con la construcción del diseño propuesto en el capítulo dos; se pone de relieve las experiencias personales obtenidas en el desarrollo de la construcción. En este capítulo también hago alusión a la programación de las características lumínicas convencionales que más se utilizan en el Sistema de Señalización Náutica del Ecuador.

El capítulo cinco trata con las pruebas de funcionamiento del destellador construido, comprobaciones que se basan en la observación del funcionamiento del mismo bajo diferentes circunstancias; al final del capítulo hago mención de las posibles fallas del funcionamiento del destellador, las causas probables y las formas de solucionarlas.

Finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusiones de este trabajo.

No puedo concluir esta introducción sin antes reconocer la ayuda y las facilidades brindadas en la realización de este trabajo al Instituto Oceanográfico de la Armada y en especial del Jefe y personal del Departamento - de Ayudas a la Navegación, de quienes quedo infinitamente agradecido.

Wilman Solórzano López.

I. INTRODUCCION

1.1 PARAMETROS BASICOS EN SENALIZACION NAUTICA

El objetivo primordial de la señalización náutica es proporcionar los medios necesarios a los navegantes para que determinen su posición e indicarles los peligros mayores en las proximidades de las costas por medio de señales adecuadas, ya sean éstas radioeléctricas, sonoras o luminosas.

La posición o situación puede determinarse, ya sea en forma absoluta o relativa.

Se hablará de posición o situación absoluta de un buque, cuando por medio de observaciones oportunas se determina sobre la Carta Náutica el punto en que el buque se encuentra en el instante de hacer la observación.

Estamos hablando de posición o situación relativa, cuando se determina directamente y sin ayuda de aparato alguno, la situación del buque en relación con determinados obstáculos o accidentes de la costa o de los ba

jos marítimos.

Es importante aclarar que la necesidad de determinar la posición, tiene lugar tanto de día como de noche, con lo cual se da por entendido que la señalización náutica es una ayuda a la navegación de un modo permanente.

A continuación exponemos someramente los tipos de navegación o tráfico:

a) Navegación de Altura y Gran Altura:

Esta navegación determina su posición en ausencia total de toda referencia visual directa. Se sitúan con la ayuda de señales radioeléctricas.

b) Navegación de Cabotaje:

En este tipo de navegación, los buques también determinan su posición por medio de las señales radioeléctricas, pero dado que navegan con mucha frecuencia por aguas próximas a la costa se posicionan principalmente con la ayuda de una percepción directa de las señales existentes en la costa.

c) Navegación Pesquera:

Es aquella navegación en la que las embarcaciones de pesca utilizan imprescindiblemente la ayuda que procede de la visión directa de señales de corto alcance.

d) Navegación de Embarcaciones Menores y de Recreo:

Es aquella navegación que se realiza casi siempre en las inme

diaciones de la costa, por este motivo se requiere de un bali
zamiento visual lo más amplio posible.

e) Navegación Interior:

Es la que se realiza en el interior de los puertos y de los ríos o en las inmediaciones de las bocas o estuarios, con trá
fico tanto de pasajeros como de carga.

En el presente estudio nos referiremos a las ayudas visuales lumínicas, concretamente al equipo lumínico propiamente dicho.

Las ayudas visuales lumínicas pueden ser fijas o flotantes. Entre las fi
jas tenemos a los faros y luces de puerto; las flotantes incluyen a las boyas.

Los faros son luces que se colocan en determinados puntos de la costa o de islas, de una manera tal que puedan ser reconocidas por los navegan
tes y determinen su situación o posición con relación a ellos y sobre las Cartas Náuticas.

Las luces de puerto son de características similares a las de las boyas, se las coloca en los morros de los diques de abrigo y en los extremos de los muelles, de una forma tal que un barco que entre o salga durante la noche, pueda reconocer fácilmente la ruta a seguir. También estas luces señalan los límites de las zonas dragadas o con calados determinados.

Las boyas que son de menor alcance lumínico que los faros, se disponen sobre torretas para señalar peligros para la navegación, ocultos o no, o

para demarcar los márgenes de los canales navegables, puntos avanzados de la costa y puntos singulares próximos a las aguas navegables, en especial en la entrada de puertos donde no existen los faros.

A continuación destacaremos los parámetros más importantes que se necesitan considerar en la señalización náutica.

1.1.1 Características Lumínicas y Razón de Destello:

En la mayoría de los faros, la luz aparece rítmicamente, ya sea eclipsando el haz luminoso o ya sea mediante la revolución del aparato óptico. La característica lumínica es la reaparición rítmica de los destellos y de los eclipses, tal como es vista por un observador; el propósito del destello rítmico es el de incrementar la visibilidad de la luz y distinguirla de otras fuentes lumínicas.

Característica Lumínica Simple.- Es aquella que consiste de un destello y un eclipse, así por ejemplo, 0.6 segundos de destello y 5.4 segundos de eclipse, durante un período P de 6 segundos, que en forma abreviada se escribe de la manera siguiente:

$$0.6 + \underline{5.4} = 6 \text{ segundos}$$

Característica Lumínica Doble.- Consiste de dos destellos separados por un eclipse corto y seguido por un eclipse más largo. Esta característica lumínica para un ejemplo concreto, se escribe así:

$$1.0 + \underline{1.5} + 1.0 + \underline{8.5} = 12 \text{ segundos}$$

La relación entre la duración del destello o destellos y el período total P es la llamada Razón del Destello R, este parámetro lo vamos a ilustrar con ejemplos. La razón del destello para la característica:

$$0.6 + \underline{5.4} = 6 \text{ segundos}$$

es:

$$R = 0.6:6 = 1:10$$

y para la característica lumínica:

$$1.0 + \underline{1.5} + 1.0 + \underline{8.5} = 12 \text{ segundos}$$

es:

$$R = (1.0 + 1.0): 12 = 1:6$$

El conocimiento de la razón del destello es muy importante para calcular el consumo de energía del equipo lumínico de un faro o de una boya.

Con el aparato óptico en revolución, la luz emitida es fija y la característica del faro o de la boya se logra al rotar el aparato óptico a una velocidad determinada.

1.1.2 Clasificación de las Características Lumínicas:

Cuando se determina la característica de una ayuda a la navegación, se deben tomar en cuenta algunas reglas con el fin de evitar la confusión con otras luces.

La característica lumínica de grupos de destellos no debe tener más de dos grupos por cada período. Los eclipses incluidos en los grupos pueden ser de la misma duración que los destellos; los eclipses finales de la característica lumínica deben ser tres veces la duración de los eclipses que separan los grupos. Esta regla no puede emplearse cuando las características son producidas por la rotación del aparato óptico, porque el eclipse final normalmente resulta igual que el eclipse entre grupos.

La duración del período de una característica determinada depende de las condiciones locales; en pasajes estrechos donde pueden ocurrir cambios de rumbo rápidos, deberán usarse períodos más cortos que en mar abierto donde los navegantes tienen más tiempo para identificar la luz y ajustar su rumbo. Para los pasajes estrechos, los faros del lado de babor deben tener características lumínicas con número par de destellos y exhibir una luz blanca o roja; los faros del lado de estribor deben tener un número impar de destellos y exhibir una luz blanca o verde.

Para faros de enfilación, la característica debe ser determinada para que ambas luces puedan ser vistas simultáneamente; las luces eléctricas alimentadas desde una fuente de energía pueden ser sincronizadas si la distancia entre las luces no es demasiado grande; esta sincronización no se la puede conseguir con faros de enfilación que funcionan con gas, por lo tanto, es necesario determinar distintas características para las luces anterior y posterior. La luz anterior tendrá que exhibir por lo menos dos destellos durante el período de iluminación de la luz posterior.

Cuando se toma una decisión referente a la duración del destello, se debe recordar que las limitaciones de las intensidades de los destellos son diferentes para destelladores de gas acetileno, de propano y electrónico.

La clasificación y ejemplos de características o ritmos de la luz que se explican a continuación, son basadas en las recomendaciones emitidas por la Asociación Internacional de Señalización Marítima, "AISM", y por la Oficina Hidrográfica Internacional "OHI".

1.1.2.1 Luz de Destello Simple:

$$0.3 + \underline{2.7} = 3 \text{ segundos}$$

Luz en la cual la duración total del destello en cada período es más corto que la duración total del eclipse, siendo iguales la duración de los destellos de luz. Recomendación: el período no debe ser menor que dos segundos y no mayor que 20 segundos; duración de los destellos no mayores que un tercio de duración de los eclipses.

1.1.2.2 Luz de Grupo de Destellos:

$$0.5 + 1.5 + 0.5 + \underline{1.5} + 0.5 + \underline{11.5} = 16 \text{ segundos.}$$

Luz en la cual los destellos son combinados en grupos, cada uno incluyendo el mismo número de destellos y en la cual los grupos son repetidos en intervalos regulares. Recomendación: el período no

debe ser mayor de 30 segundos; número de destellos en cada grupo, no más de cuatro, excepcionalmente cinco. Duración de los destellos no mayores que los eclipses que están separando destellos dentro del mismo grupo y no mayores que un tercio de duración de eclipses entre dos grupos sucesivos.

1.1.2.3 Luz de grupo compuesto de destellos:

$$0.5 + \underline{1.5} + 0.5 + \underline{6.0} + 0.5 + \underline{6.0} = 15 \text{ segundos}$$

Grupo de destellos en el cual los destellos son combinados en grupos alternos de diferente número de destellos. Recomendación: la combinación más compleja que se acepta es el grupo de destellos (2 + 1) o excepcionalmente (3 + 1).

1.1.2.4 Intermitente:

$$3.0 + \underline{3.0} = 6 \text{ segundos.}$$

Destellos largos sencillos de duración igual al eclipse. Recomendación: el período no menor de dos segundos y no mayor de 20 segundos.

1.1.2.5 Luz de Ocultaciones:

$$6.0 + \underline{2.0} = 8 \text{ segundos.}$$

Luz en la cual la duración total de luz en cada período es claramente más grande que la duración total de la ocultación, y en la cual los intervalos de las ocultaciones son de igual duración. Recomendación: el período no menor de 2 segundos y no mayor de 20 segundos; duración de las ocultaciones no mayores de un tercio de duración de intervalos de luz.

1.1.2.6 Grupo de Ocultaciones:

$$8.0 + \underline{1.0} + 2.0 + \underline{1.0} = 12 \text{ segundos.}$$

Luz en la cual las ocultaciones son combinadas en grupos, cada uno de los grupos incluye el mismo número de ocultaciones y en la cual los grupos son repetidos en intervalos regulares. Recomendación: el período no más grande de 30 segundos; número de ocultaciones en cada grupo no mayores de 4 o excepcionalmente 5; duración de ocultaciones no mayores que la duración de intervalos de luz separados en el mismo grupo, y no mayores que un tercio de duración de intervalos de luz entre dos grupos sucesivos.

1.1.2.7 Destellos Rápidos:

$$0.3 + \underline{1.7} = 2 \text{ segundos.}$$

Destellos muy cortos que se suceden continuamente y que son de igual duración. Recomendación: duración de cada alternación (duración de luz más duración de eclipse) no mayor que 2 segundos.

1.1.2.8 Código Morse:

$$1.5 + \underline{0.5} + 0.5 + \underline{0.5} + \underline{11.5} = 15 \text{ segundos.}$$

Destellos y eclipses de duración desigual que producen una letra del Código Morse. Recomendación: el período no mayor de 30 segundos.

Continuando con el enunciado de los parámetros, ahora mencionaremos los indispensables que se requieren considerar para diseñar una ayuda lumínica a la navegación marítima.

1.1.3 Alcance Geográfico:

Es la distancia máxima a la que se puede ver un faro en condiciones de perfecta visibilidad, limitada sólo por la curvatura de la Tierra; el alcance geográfico se lo expresa en millas náuticas. El alcance geográfico puede ser calculado según la fórmula:

$$X = 2.08 (\sqrt{h_e} + \sqrt{h_l})$$

donde: X = la distancia de la fuente de luz al observador en millas náuticas.

h_e = la altura del observador en metros.

h_1 = la altura de la luz en metros, y

2.08 = constante que incluye un coeficiente de refracción de 1.08.

Valores típicos para el alcance geográfico se muestran en la siguiente tabla No. 1.

TABLA No. 1: ALCANCE GEOGRAFICO

ALTURA DE LA LUZ SOBRE EL NIVEL DEL MAR (Mts.)	ALTURA DEL OBSERVADOR SOBRE EL NIVEL DEL MAR				
	CERO	5 Mts.	8 Mts.	11 Mts.	15 Mts.
3.0	3.6	8.3	9.5	10.5	11.7
5.0	4.7	9.3	10.5	11.6	12.7
10.0	6.6	11.2	12.5	13.5	14.6
15.0	8.1	12.7	13.9	15.0	16.1
20.0	9.3	14.0	15.2	16.2	17.4
30.0	11.4	16.0	17.3	18.3	19.4
40.0	13.2	17.8	19.0	20.1	21.2
50.0	14.7	19.4	20.6	21.6	22.8
60.0	16.1	20.8	22.0	23.0	24.2
70.0	17.4	22.1	23.3	24.3	25.5
80.0	18.6	23.3	24.5	25.5	26.7
100.0	20.8	25.5	26.7	27.7	28.9

Convencionalmente, para calcular el alcance geográfico de una ayuda a la navegación, se considera una altura del observador sobre el nivel del mar de 5 metros.

1.1.4 Alcance Lumínico Nominal:

Es la distancia máxima a la que puede ser vista una luz en tiempo claro (visibilidad metereológica de 10 millas náuticas, que corresponde a un factor de transmisión atmosférica de $T = 0.74$).

Alcance Lumínico Efectivo:

Es la distancia máxima a la que puede ser vista una luz cuando la visibilidad metereológica es de 20 millas náuticas, que corresponde a un factor de transmisión atmosférica de $T = 0.85$.

Valores típicos que ilustran estos parámetros, se muestran en la Tabla 2.

1.1.5 Intensidad Lumínica:

La intensidad de un rayo de luz blanco estacionario medido directamente del lente, es llamada la INTENSIDAD ESTACIONARIA (I_0). Cuando la luz está girando o es eclipsada, la máxima intensidad momentánea del destello no es apreciado por el ojo. El valor reducido se conoce como la INTENSIDAD APARENTE (I_a), que puede ser calculada por medio de la fórmula de Blondel-Rey:

$$I_a = \frac{t}{a + t} I_0$$

Donde:

I_a = intensidad aparente en candelas.

I_0 = intensidad estacionaria en candelas.

EN CANDELAS	T 0.74	T 0.85	EN CANDELA	T 0.74	T 0.85	EN CANDELA	T 0.74	T 0.85
1	1.0	1.1	100	5.4	6.9	1900	10.7	15.3
2	1.4	1.5	110	5.5	7.1	2000	10.8	15.5
3	1.6	1.8	120	5.6	7.2	2200	11.0	15.8
4	1.8	2.1	130	5.8	7.4	2400	11.2	16.1
5	2.0	2.3	140	5.9	7.6	2700	11.4	16.5
6	2.2	2.4	150	6.0	7.8	3000	11.7	16.9
7	2.3	2.6	160	6.1	8.0	3500	12.0	17.5
8	2.4	2.7	170	6.2	8.1	4000	12.2	17.9
9	2.5	2.9	180	6.3	8.3	5000	12.7	18.8
10	2.6	3.0	190	6.4	8.4	6000	13.1	19.5
11	2.6	3.1	200	6.5	8.5	7000	13.5	20.0
12	2.7	3.2	220	6.7	8.8	8000	13.8	20.5
13	2.8	3.3	240	6.8	9.0	9000	14.1	21.0
14	2.9	3.4	270	7.0	9.3	10000	14.3	21.4
15	3.0	3.5	300	7.2	9.6	15000	15.2	23.0
16	3.1	3.6	330	7.3	9.8	20000	15.9	24.1
17	3.2	3.7	360	7.5	10.0	30000	16.8	25.8
18	3.2	3.8	400	7.7	10.4	40000	17.5	27.0
19	3.3	3.9	450	7.9	10.6	50000	18.1	28.0
20	3.3	4.0	500	8.1	11.0	70000	18.9	29.4
25	3.6	4.3	550	8.2	11.3	100000	19.8	31.0
30	3.8	4.6	600	8.4	11.6	150000	20.8	32.8
35	4.0	4.8	650	8.6	11.8	200000	21.5	34.1
40	4.1	5.1	700	8.7	12.0	300000	22.6	35.9
45	4.3	5.3	800	8.9	12.4	400000	23.3	37.2
50	4.4	5.5	900	9.2	12.8	500000	23.9	38.3
55	4.6	5.7	1000	9.4	13.2	700000	24.8	39.9
60	4.7	5.8	1100	9.6	13.5	1000000	25.7	41.1
65	4.8	6.0	1200	9.8	13.8	1500000	26.8	43.5
70	4.9	6.1	1300	9.9	14.1	2000000	27.6	44.9
75	5.0	6.2	1400	10.1	14.3	3000000	28.6	46.8
80	5.1	6.4	1500	10.2	14.5	4000000	29.4	48.2
85	5.2	6.5	1600	10.3	14.7	5000000	30.0	49.4
90	5.3	6.7	1700	10.5	15.0	7000000	31.0	51.0
95	5.4	6.8	1800	10.6	15.2	10000000	31.9	52.8

TABLA No. 2

$a = 0.15$ para luces giratorias, 0.10 para luces eclipsadas, en segundos.

$t =$ duración del destello en segundos.

Es necesario aclarar que la unidad internacionalmente aceptada para la intensidad lumínica es la Candela (cd).

Cuando la luz pasa a través de un filtro de color o a través de los cristales externos de una linterna, las pérdidas son incrementadas. Después de tomar en cuenta todas las pérdidas, la intensidad resultante es conocida como la INTENSIDAD EFECTIVA (I_e), y ésta es la que determina el alcance lumínico de una luz, así:

$$I_e = I_a \times b \times c.$$

Donde:

$b =$ factor de transmisión del filtro de color. Valores típicos son: 0.25 (rojo y verde) y 0.4 (luz ámbar o amarilla). $b = 1$ cuando no hay filtro.

$c =$ factor de transmisión de los cristales externos. Valores típicos son: 0.8 (vidrio), 0.9 (plástico).

1.1.6. Factor de Transmisión Atmosférica (T):

La atmósfera absorbe parte de la energía luminosa emitida por una fuente de luz y la magnitud de esa absorción depende de las con

diciones atmosféricas prevalecientes. El factor de transmisión (T) indica la transmisión de luz por millas náuticas a través de la atmósfera.

Para $T = 0.74$ significa que el 74% de la intensidad se conserva cuando un rayo de luz ha pasado una distancia de 1 millas náutica a través de la atmósfera, y consecuentemente, las pérdidas por absorción son del 26%.

La Tabla No. 3 da una visibilidad metereológica aproximada para varios valores de T.

TABLA No. 3: VISIBILIDAD METEREOLÓGICA

FACTOR T	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.74	0.80	0.85	1.00
Visibilidad (mn)	1.3	1.8	2.5	3.2	4.3	6.0	8.5	10.0	14.0	20.0	∞

1.2 UTILIZACION DE DESTELLADORES ELECTRONICOS PARA AYUDAS A LA NAVEGACION MARITIMA EN COMPARACION CON LOS DESTELLADORES A GAS.

Al empezar el desarrollo de este tema, es necesario destacar la importancia del papel que juega el destellador en una ayuda lumínica a la navegación, y es más que suficiente mencionar que esta unidad es el corazón, tanto de los faros, faroletas, boyas, balizas, etc., ya que es el que da la característica lumínica de la ayuda a la navegación.

Desde que se empezaron a utilizar los faros como una ayuda lumínica a la navegación y ante el creciente aumento de los costos de este equipo y el de operarlos, ya se veía la necesidad de reemplazarlos con otros siste-

mas más económicos. Una posibilidad fue la de emplear faros con elevado plano focal, pero había que enfrentarse con el problema de cómo obtener una intensidad de luz suficiente para un período económico de servicio, un típico problema común a todos los tipos de fuentes luminosas, con un suministro de energía que precise de ser recargado periódicamente.

Durante muchos años, la fuente convencional de energía para los equipos lumínicos utilizados en ayudas a la navegación, ha sido el acetileno de llama abierta, utilizando quemadores individuales o dispuestos en grupos, según la intensidad luminosa requerida. Este sistema disfrutaba de una inigualable reputación de seguridad y bajo costo de mantenimiento.

El quemador Dalén de capillo incandescente ha sido también muy usado como fuente de luz económica y segura. En este equipo, se quema una mezcla de acetileno/aire en un capillo incandescente, lo que produce una mayor luminosidad de la llama que cualquier otra fuente de luz de acetileno. También da una mayor potencia total de luz que un quemador de llama abierta para el mismo consumo de acetileno. Los quemadores Dalén con cambiador automático de capillos, se usan a menudo para luces de mayor intensidad en barcos-faros, balizas y faros.

A pesar de los adelantos tecnológicos que se han desarrollado en materia de destelladores a gas, no se conseguían los objetivos perseguidos.

Ya desde 1.940 la producción de componentes electrónicos y sistemas de suministros de poder, comenzó a progresar muy rápidamente y hoy hay una

amplia variedad de alternativas que se pueden elegir cuando estamos diseñando una Ayuda a la Navegación; gracias a este gran impulso que cobró la industria electrónica, la utilización de destelladores electrónicos está desplazando casi por completo a los destelladores a gas. La principal razón para este suceso son los grandes adelantos que se ha logrado en el diseño y la manufactura de óptica avanzada, mecánica de precisión y la altamente sofisticada técnica empleada en los circuitos electrónicos y componentes.

Una Ayuda a la Navegación es definida como un dispositivo visual o acústico para asistir a la seguridad y fácil movimiento de las embarcaciones. Se hace hincapie en la seguridad, y por lo tanto en su confiabilidad. De aquí nace la necesidad de la utilización de equipos lumínicos eléctricos dotados de destelladores electrónicos, con muy amplias ventajas sobre los destelladores a gas, que a continuación las mencionaremos:

1.2.1 Facilidad en las maniobras de reabastecimiento y mantenimiento de los faros:

El equipo lumínico a gas es alimentado con acetileno, el mismo que es almacenado en cilindros que tienen un peso aproximado de 100 kilogramos cada uno; el número de acumuladores que se utilizan en una instalación depende principalmente del tipo de linterna utilizado y de su alcance, pudiendo variar de 4 a 12 cilindros. Como un resultado directo del problema del peso y la necesidad de instalar destelladores de

mayor intensidad lumínica, se hizo imperiosa la utilización de la energía eléctrica para alimentar las Ayudas a la Navegación, pudiéndose obtener, ya sea de la red de energía pública, baterías primarias, secundarias, paneles solares, generadores a diesel, etc.

Las Ayudas a la Navegación son instaladas en los sitios más predominantes de la costa, siendo por lo general, lugares elevados y de difícil acceso. Esta situación hace sumamente muy dificultosa y riesgosa las faenas de reabastecimiento de estos equipos, lo cual no sucede en el caso de las linternas eléctricas.

1.2.2 Incremento de la Intensidad Lumínica de las Ayudas a la Navegación:

Una de las mayores ventajas que se obtiene con los destelladores electrónicos es el notable incremento de la intensidad lumínica y por consiguiente del alcance nominal y efectivo. Como referencia citaremos el siguiente ejemplo, con un faro que tiene un equipo lumínico a gas y con una intensidad lumínica de 1403 Cd., se consigue un alcance efectivo de 14 millas náuticas. Si se lo hace con un faro eléctrico giratorio de 66400 Cd., el alcance efectivo es de 30 millas náuticas.

1.2.3 Períodos más largos de operación sin atención:

Normalmente, los faros a gas son reabastecidos de acetileno una o dos veces por año, para lo cual se elabora anualmente un calendario de mantenimiento; sin embargo, el equipo lumínico a gas está sujeto a experimentar ciertas anomalías en su funcionamiento, dependiendo de la calidad del gas. Como ejemplo de estas dificultades, podemos citar la obstrucción con ollín del cubrellama ocasionado por la combustión del gas acetileno, quedando como resultado la linterna fuera de servicio. Esta situación ocasiona el desplazamiento de personal a los sitios de ubicación de la linterna para su reencendido fuera de las fechas programadas en el calendario de mantenimiento.

Con las linternas que utilizan destelladores electrónicos, se han conseguido períodos más largos, sin que el equipo sea atendido por el personal de mantenimiento.

1.2.4 Costos de Operación:

Los costos de operación de un equipo lumínico eléctrico pueden ser considerablemente inferiores o mayores que los de gas. La configuración más económica y con la que se obtienen mayores alcances es cuando se utiliza la energía eléctrica de la red pública a la cual va conectada un cargador automático de baterías que mantienen a plena carga un banco de baterías de níquel - cadmio de 12 voltios que suministra la energía necesaria a los destelladores electrónicos.

En los sitios en que no se dispone de energía eléctrica, se utilizan baterías primarias descartables que tienen un año de vida. A medida que se ejecutan los planes de electrificación rural, a los destelladores electrónicos operados a baterías primarias, se les dota de la primera configuración, con el fin de obtener una operación más económica y confiable.

En lugares aislados o de muy difícil acceso, donde los planes de electrificación rural están proyectados a muy largo plazo, y ante la dificultad del abastecimiento normal de la energía eléctrica de la red pública, y para reducir el alto costo de la operación que significa la utilización de baterías descartables, se ha visto en la necesidad de instalar los paneles solares que son dispositivos que utilizan la energía solar para transformarla en eléctrica y que actúan como cargadores automáticos de baterías de los equipos lumínicos eléctricos que utilizan paneles solares son reducidos notablemente en una relación aproximada de 4 a 1.

1.3 DESTELLADOR ELECTRONICO CON DISPOSITIVO CAMBIADOR DE LAMPARAS E LECTRONICO-MECANICO:

Es un equipo lumínico que se compone de dos unidades, el destellador propiamente dicho y el cambiador electromecánico que a continuación los describiremos.

El destellador electrónico es una unidad de estado sólido que utiliza tarjetas, la cual está diseñada para dar un cronometraje muy estable sobre un amplio rango de voltajes y temperaturas; opera como un codifica

dor de caracteres para el filamento.

Este destellador es producido en tres versiones básicas que son: de simple destello, grupo de destellos y destellos en Código Morse. En la primera versión, la unidad tiene un simple destello en un período total de 30 segundos como máximo, que puede ser usado como tal, con una duración notablemente más corta que el eclipse a que puede ser usado con una duración igual al del eclipse.

La unidad con un grupo de destellos tiene un número de destellos simples de igual duración en el período total y los eclipses cortos entre destellos son también de igual duración y éstos son seguidos por un eclipse más largo. Pueden haber 2, 3 y hasta 4 destellos en el período total. El destellador en Código Morse suministra caracteres en Código Morse, teniendo como máximo 4 dígitos en cada uno de los períodos totales.

Este destellador utiliza una célula fotoeléctrica incorporada, que acciona el conmutador diurno, desconectando la unidad del suministro eléctrico ahorrando energía y aumentando el tiempo de vida de la lámpara al desconectarla durante el día.

Esta unidad utiliza el cambiador de lámparas electromecánico que está construido alrededor de un interruptor giratorio completamente cerrado, El cambio de lámpara se efectúa mediante un sistema controlado por resorte que asegura la colocación positiva de cada lámpara, y el posicionamiento exacto que es indispensable para mantener un alto rendimiento óp

tico y una definición exacta del sector. El carro de las lámparas se mantiene en su sitio contra la fuerza acumulada en el resorte, y el paso a la posición de la lámpara siguiente se produce en dos etapas (detección de falla de la lámpara y desenganche del carro de las lámparas). En la primera etapa, el detector es un relé de membrana con cierre de vidrio con contacto electromagnéticamente controlado, montado dentro de una pesada bobina en serie con la lámpara. El contacto se mantiene abierto por el paso de corriente por la lámpara, pero cuando falla la lámpara en foco, la corriente cesa, se cierra el contacto, y la alimentación se desvía hacia el solenoide semirotatorio de desenganche del carro de la lámpara.

En la segunda etapa no existe ningún mecanismo que se destruya o atasque. El solenoide, al ser excitado por el detector, gira un pequeño ángulo, permitiendo que el retenedor del carro pase sólo una posición. El diseño de la compuerta y el sistema de control aseguran que no pueda cambiarse más de una posición de lámpara, a menos que la lámpara siguiente esté también defectuosa. Para una mayor comprensión, se incluye el diagrama del cambiador electromecánico que aparece en la Figura 2.

1.4 DESTELLADOR ELECTRONICO DE ESTADO SOLIDO. VENTAJAS DE SU UTILIZACION:

Este destellador electrónico de estado sólido, utiliza lámparas de filamento doble permitiendo la selección automática de un filamento de reserva en caso de falla del filamento de servicio, eliminando de esta

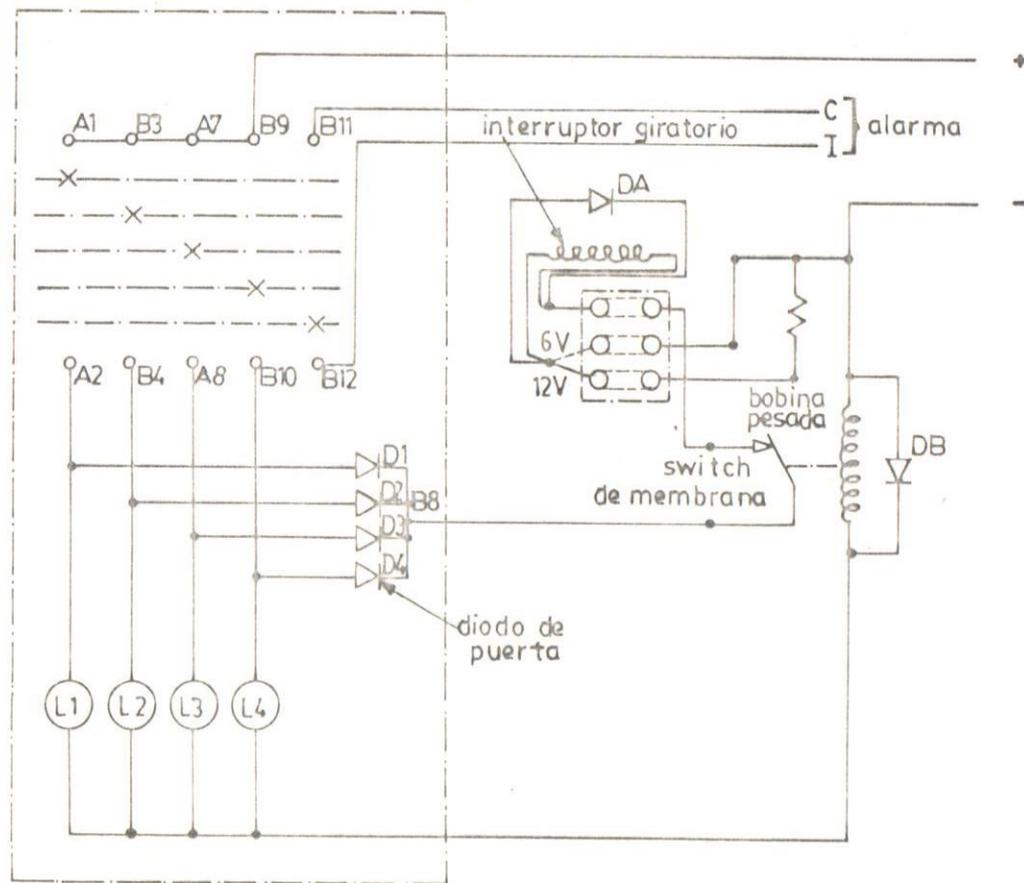


FIG. 2
 DIAGRAMA DEL CAMBIADOR DE LAMPARAS
 ELECTROMECHANICO

forma la necesidad de disponer de dispositivo cambiador de lámparas elec
tromecánico. Este destellador es también compatible con los sistemas de
luces de enfilación que emplean lámparas en unidad sellada de 30 watts
a 40 watts de capacidad.

Este destellador electrónico puede ser utilizado para modernizar linter
nas que dependen del sistema cambiador de lámparas electromecánico. Co
mo todos los elementos utilizados son hechos con material semiconductor,
este destellador es tan compacto que puede colocarse fácilmente en el in
terior de las linternas, inclusive en los que utilizan destelladores a
gas.

Con una entrada de voltaje que varía de 15 a 20 voltios, el circuito re
gulador mantiene una salida de 12.5 voltios para lámparas hasta de 50
watts. Con esta estabilidad de voltaje se asegura extensa vida en el fi
lamento y sobre todo una intensidad de luz constante. La permanente re
gulación minimiza el desarrollo de temperatura en el destellador y uti
liza la máxima energía disponible de las baterías; en este punto, vale
la pena mencionar que el período de funcionamiento de una batería puede
ser aumentado hasta en un 50%.

Uno de los rasgos más notables del destellador electrónico de estado só
lido es la amplia variedad de caracteres lumínicos que se pueden obtener
así puede proveer destellos simples, destellos en grupo (hasta 4 deste-
llos) o destellos interrumpidos. La duración de cada eclipse y de

cada destello puede ajustarse separadamente dentro de una amplia gama.

Posee una célula fotoeléctrica que acciona el conmutador diurno de esta estado sólido y ahorra energía en la batería y aumenta la duración de la lámpara al desconectar el suministro de poder durante el día. También hay la posibilidad de conectar una célula fotoeléctrica externamente.

El destellador electrónico de estado sólido trabaja con lámparas especiales de filamento doble, preenfocadas, que han sido diseñadas para ofrecer como mínimo 1.000 horas de duración de destellos en un filamento sólo, en el caso improbable de fallo del filamento durante el período de funcionamiento de la linterna, el segundo filamento también con una duración de 1.000 horas, entra en funcionamiento automáticamente.

Hay que resaltar el hecho que este destellador no posee partes mecánicas que afecten la confiabilidad de la unidad, ya que el cambio automático del filamento que va a sustituir al que queda fuera de servicio, no se lo hace con partes móviles que están sujetas a desgastes, rupturas, falta de mantenimiento, etc., sino que la selección automática del filamento de reserva se lo realiza por intermedio de elementos electrónicos de estado sólido.

1.5 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE SENALIZACION NAUTICA DEL ECUADOR:

La señalización náutica en el Ecuador está a cargo de dos Instituciones, una de ellas es el Instituto Oceanográfico de la Armada, que es

el responsable de todo el balizamiento del mar territorial ecuatoriano, tanto insular como continental (compuesto de 46 faros y 19 boyas), con excepción de la entrada al Golfo de Guayaquil, el mismo que está a cargo de Autoridad Portuaria.

El Instituto Oceanográfico de la Armada, a partir de 1.975, decidió modernizar su sistema de señalización náutica, cambiando el antiguo equipo lumínico a gas utilizado por cerca de 50 años por el equipo lumínico eléctrico, en primera instancia, se instalaron las luces mayores, utilizando faros eléctricos dotados de una mesa giratoria con alcance de 30 mn. con $T=0.85$, en este caso, la característica lumínica está dada por el número de revoluciones por minuto de la mesa giratoria, pudiendo simultáneamente estar encendidos dos o más lámparas. A continuación, se procedió a instalar las luces de alcance medio y menos (14 mn y 7 mn. respectivamente), utilizándose para ello destelladores electrónicos (que son los que dan la característica lumínica del faro eléctrico) dotado de dispositivo cambiador de lámparas electromecánico, que dispone de 4 o 6 lámparas, la cual una de ellas se encuentra en operación y las otras son de reserva. Sin embargo, debido al corto MTBF (Medium Time Between Failure) producido por fallo en el sistema electromecánico, se decidió descartar la utilización de este tipo de destellador, para hacer uso de una unidad totalmente de estado sólido dotada de lámpara de doble filamento, y es así como en los primeros meses de 1.980, se concluyó con el Plan de Modernización de las Ayudas a la Navegación, teniéndose en la actualidad faros dotados de estos destelladores completamente de estado sólido, que

en algunos casos requiere que la alimentación sea a base de baterías re cargadas con paneles solares, obteniéndose magníficos resultados.

En lo que respecta al sistema de señalización náutica a cargo de la Auto ridad Portuaria, prácticamente no ha modernizado su equipo, por lo cual es necesario emplear los destelladores completamente de estado sólido.

1.6 COSTOS DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO UTILIZADO:

Como se indicó anteriormente, el Instituto Oceanográfico de la Ar mada, para la modernización de su sistema de señalización náutica, ha u tilizado linternas eléctricas dotadas de destelladores de estado sólido, con lámparas de doble filamento.

Específicamente se han utilizado linternas producidas por la Compañía A GA de Suecia del tipo LBEA 250 de mediano alcance (14 mn) y LBEA 155 de corto alcance (7 mn.). El costo de una linterna LBEA 250 es de 1.925 dó lares (51.975 sucres), mientras que la linterna LBEA 155 tiene un valor de 1.160 dólares (31.320 sucres), ambos tipos de linternas incluyen el destellador electrónico EKSK-12 cuyo precio es de 871 dólares (23.517 su cres). Cabe mencionar que los costos indicados son para cada instala- ción, ya sea de un faro o de una boya.

1.7 NECESIDAD DE DISPONER DE UNA FABRICACION NACIONAL DE DESTELLADORES DE ESTADO SOLIDO:

Va se mencionó anteriormente, que hasta la presente fecha no se ha efectuado la modernización del sistema de señalización náutica a cargo de la Autoridad Portuaria de Guayaquil, que con sus 69 ayudas lumínicas a la navegación es algo más extenso que el que tiene INOCAR. Esto significa, que de llevarse a cabo esta modernización, el costo de la inversión es notablemente elevado, aún más, si se considera la linterna completa (lente, más destellador). Ante esta situación, se justifica sobre manera, promover una producción nacional o local de los destelladores de estado sólido, con miras a utilizar el mismo lente de la linterna del equipo lumínico a reemplazarse, reduciendo considerablemente el costo del equipamiento eléctrico. Esto constituye el objetivo de la presente tesis.

11. DISEÑO

2.1 GENERALIDADES:

Este destellador de estado sólido es diseñado para que opere con la energía proveniente de baterías a un voltaje comprendido entre 15 y 20 voltios y suministra un voltaje estabilizado de 12.5 voltios para las lámparas de tungsteno (con doble filamento).

Una salida doble de voltaje suministra energía a una lámpara bifilamento, uno de los cuales actúa como el filamento de servicio y el otro como de reserva. Cuando el filamento de servicio falla, el destellador automáticamente conmuta al filamento de reserva. Alternativamente, una salida doble de voltaje, puede alimentar a dos lámparas de un sólo filamento, la una es de servicio y la otra es de reserva.

El destellador puede ser dividido en dos partes: el codificador y los circuitos de la lámpara, que a continuación los describimos:

2.2 CODIFICADOR:

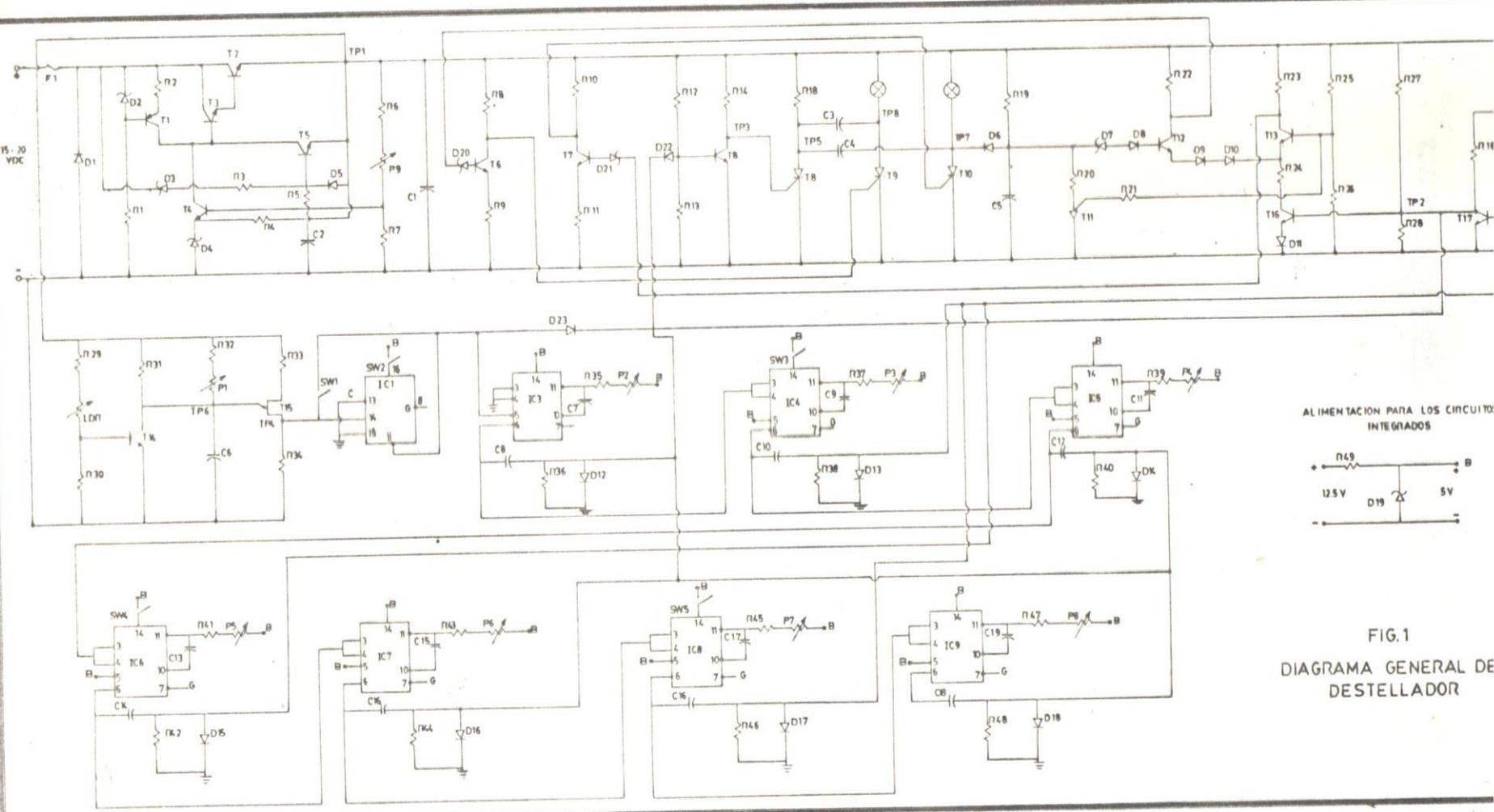
2.2.1 Circuito Contador:

2.2.1.1 Conmutador Diurno:

Todos los elementos electrónicos citados en este capítulo, hacen referencia al diagrama general del circuito (Figura 1).

El conmutador diurno contiene el transistor T14 - que actúa como switch; en la base de T14 está conectada la célula fotoeléctrica LDR. Cuando la luz del día se incrementa, la resistencia de LDR disminuye, polarizando correctamente al transis - tor T14 y llevándolo a saturación, ya que R31 es grande; en estas condiciones, el voltaje entre colector y emisor de T14 es de aproximadamente 0.6 voltios que es insuficiente para permitir que el capacitor C6 se cargue al voltaje de disparo de T15, con lo cual se impide que los pulsos sean entregados al circuito de conexión.

En la noche, la resistencia de la célula fotoeléc - trica aumenta tanto que impide que T14 se polari - ce correctamente, dando como consecuencia que el voltaje del colector sea el de la fuente de ali - mentación, que ya es suficiente para energizar el circuito contador.



ALIMENTACION PARA LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

FIG.1
 DIAGRAMA GENERAL DE DESTELLADOR

2.2.1.2 Generador de Pulsos:

El generador de pulsos es un oscilador de relajación, que consiste del transistor T15 (UJT), del potenciómetro P1 y del capacitor C6, la salida del contador la tomamos a través de R34.

Cuando el voltaje de C6 se incrementa a un valor igual al voltaje de disparo del UJT, ($V_p = V_d + nV_{bb}$) éste se enciende y el capacitor luego se descarga a través del emisor de T15 y de R34, produciéndose así un pulso en un tiempo determinado por la constante $P1C6$; el potenciómetro P1 permite escoger períodos muy pequeños, del orden de las décimas de segundo, o períodos grandes hasta de 50 segundos.

Con el circuito integrado IC1 (counter decade/ divisor), que es un divisor de frecuencia, podemos incrementar el período de los pulsos hasta 500 segundos, ya que por cada 10 pulsos de 50 segundos, éste entrega uno de 500 segundos.

Estos pulsos son entregados al circuito selector de filamento y al circuito de desconexión del primer destello.

2.2.2 Circuitos del Programa:

2.2.2.1 Circuito de Conexión:

Hay un circuito de conexión para cada uno de los destellos que están incluidos en el período total, excepto para el primer destello que es producido por el generador de pulsos.

El circuito de conexión para los destellos 2, 3 y 4 consisten de un multivibrador monoestable IC4, IC6 e IC8 respectivamente, y de un circuito detector de pendiente negativa a su vez compuesto por C10, R38 y D13 para el segundo destello, por C14, R42 y D15 para el tercer destello, y por C18, R46 y D17 para el cuarto destello.

Dada la igualdad de los circuitos de conexión para los tres destellos, sólo describiremos uno de ellos, como por ejemplo, el correspondiente al segundo destello.

El pulso de disparo le llega del circuito de desconexión correspondiente al primer destello; con esta señal estamos excitando a IC4 que entrega un pulso cuadrado, cuya duración depende de los valores de P3 y de C9, luego esta señal se aplica al

circuito detector de pendiente negativa.

El circuito detector de pendiente negativa opera como sigue: el capacitor C10 se carga al voltaje de entrada con una constante de tiempo determinada por C10 y por las resistencias dinámicas del diodo D13, tan pronto la señal de entrada (un pulso cuadrado) llega a su fin, el capacitor C10 se cortocircuita a tierra, descargándose negativamente a través de R38, con una constante de tiempo $R38C10$ (esta constante debe ser mucho menor que la duración del pulso entregado por IC4), ya que la rama que contiene a D13 se abre. Bajo estas circunstancias, se entrega un pulso negativo a la entrada de la inversora (realizada con elementos discretos) cada vez que se detecta una pendiente negativa. A la salida de la inversora tenemos un pulso cada vez que deseemos el destello número 2 del período total. Lo mismo podemos mencionar para los destellos 3 y 4. Todos estos pulsos van al circuito selector de filamento a través de un amplificador de este pulso realizado en base del transistor T17.

2.2.2.2 Circuitos de desconexión:

Hay un circuito de desconexión para todos y cada uno de los eclipses que componen el período total.

El circuito de desconexión para los eclipses 1, 2, 3 y 4 consiste de un multivibrador monoestable - IC3, IC5, IC7 y IC9 respectivamente y de un circuito detector de pendiente negativa, a su vez compuesto por C8, R36 y D12 para el primer eclipse; por C12, R40 y D14 para el segundo eclipse; por C16, R44 y D16 para el tercero; por C20, R48, y D18 para el cuarto eclipse.

Dada la igualdad de los circuitos para cada uno de los eclipses, sólo describiremos al primero. La señal de disparo la recibe del circuito de conexión del primer destello (generador de pulsos); con esta señal estamos excitando a IC3 que entrega un pulso cuadrado, cuya duración depende de P2 y de C7.

De aquí en adelante la descripción del circuito coincide con la mencionada para el circuito de conexión, en lo que respecta al circuito detector de pendiente negativa. La señal resultante ya no se la direcciona al circuito selector de filamento sino que se la envía al circuito de la lámpa-

ra propiamente dicho, a través de un amplificador T18 de la mencionada señal.

2.3 CIRCUITOS DE LA LAMPARA:

2.3.1 Regulador de Voltaje:

Este circuito está compuesto básicamente por los transistores T1, T2, T3, T4, con sus respectivos elementos de polarización y por los diodos zener D2 y D4.

Es un regulador de voltaje serie que emplea al transistor T4 para propósitos de control; el voltaje base emisor V_{be4} es determinado por la diferencia entre el voltaje a través de R6 (V_{R6}) y el voltaje de referencia V_{z4} . El nivel de voltaje V_{R6} es sensitivo a cambios en el voltaje de salida, cualquier tendencia a incrementarse resultará también en un incremento en V_{R6} y por consiguiente en V_{be4} , dado que $V_{be4} = V_{R6} - V_{z4}$. La diferencia de potencial es amplificada por el transistor de control T4 y aplicada luego a la base de T3, para que éste sea el encargado de llevar la corriente correspondiente al transistor serie T2. Continuando con la descripción del circuito, un incremento en V_{be4} corresponde a un incremento en la corriente de base y de colector de T4 (I_{b4} y I_{c4}) que resultará en una disminución de la corriente de base de T3, I_{b3} , tomando en cuenta que la corriente de colector de T1 permanece constante. El resultado neto será una disminución en la conductividad de T2 correspondiente a un incremento en su resistencia terminal y a una estabilización del voltaje terminal V_L . En secuencia lógica:

$V_L \uparrow$, $V_{R6} \uparrow$, $V_{be4} \uparrow$, $I_{c4} \uparrow$, $I_{b3} \uparrow$, $R_{[T2]} \uparrow$, $V_L \downarrow$

Un análisis similar puede ser explicado para cuando V_L disminuye.

En un esfuerzo por incrementar la sensibilidad del regulador, se emplea una fuente de corriente formada por T1 y su circuito de polarización, es necesario destacar que la corriente que entrega T1 es constante ya que su voltaje de base es también constante, ya que está fijado por D2; esta parte del estabilizador de voltaje es algunas veces conocido como pre-regulador.

2.3.2 Circuito Selector de Filamento:

Está formado por los transistores T11 (PUT), T12, T13 y T16 con sus respectivos circuitos de polarización.

La puerta del transistor T11 (PUT) es conectada a un divisor de voltaje determinado por R25 y R26, el ánodo está conectado a un circuito de tiempo [C5, R19] que mientras no existan fallas en el filamento de servicio el capacitor C5 se descarga a través de D6 y T10 impidiendo que se dispare T11. Por consiguiente, el voltaje de base de T12 es siempre más bajo que el voltaje de base de T13; esto significa que sólo el transistor T13 puede suministrar corriente de control al circuito de la lámpara propia mente dicho; cuando el transistor T16 recibe la información del circuito de conexión trabaja en saturación (cortocircuito) proporcionando un camino para direccionar la corriente de control que sirve para encender la lámpara o el filamento de servicio.

Cuando falla el filamento o la lámpara de servicio, el capacitor C5 se

carga a un voltaje suficiente que sirve para disparar el transistor T11, con lo que se consigue reducir el potencial de base de T13 obligándolo a que trabaje en corte, entonces el que suministra corriente de control para el encendido del otro elemento (filamento o lámpara) es el transistor T12.

2.3.3 Circuito de la lámpara propiamente dicho:

Este circuito está formado por los SCR T8, T9 y T10 y por los capacitores C3 y C4.

Cuando la puerta del SCR T10 recibe la señal de disparo proveniente del circuito selector de filamento, el voltaje entre ánodo y cátodo disminuye notablemente, a un valor aproximado de 1 Volt.; y dejando que el resto del voltaje de alimentación caiga en la lámpara de servicio. En estas condiciones, el capacitor C4 se carga al voltaje de alimentación y con la polaridad indicada (el signo + en la placa izquierda del capacitor C4). El SCR T8 se enciende cuando le llega la señal de disparo a la puerta del T8 proveniente del circuito de desconexión, entonces el voltaje del capacitor C4 se aplica negativamente entre el ánodo y el cátodo del SCR T10, dando como consecuencia que éste se apague y por consiguiente la lámpara; en estas condiciones, el capacitor C4 se carga con la polaridad contraria a la indicada anteriormente. Y cuando le llega otra vez el pulso de disparo al T10, el capacitor C4 le aplica un voltaje negativo a T8 y lo apaga y así sigue la secuencia.

2.3.4 Protección contra cortocircuito:

Este circuito está formado por el transistor T5 el diodo zener D3, el Diodo D5 y el capacitor C2.

Cuando un cortocircuito ocurre a través de la salida, todo el suministro de voltaje aparece en D3, R3 y la unión base emisor de T5, dado que el suministro de voltaje de entrada es más grande que el voltaje zener de D3, éste suministra corriente a la base del transistor T5; luego este transistor se aproxima a saturación impidiendo que la base de T3 se polarice correctamente y dando como resultado que el transistor T3, al igual que el transistor T2 se apague. El capacitor C2 se carga a través del voltaje de salida antes que aparezca el cortocircuito en la carga ayudando a prenderse al transistor T5 y descargándose a través de su base cuando la salida está en cortocircuito.

Aunque el capacitor C2 se descarga y se mantiene a un voltaje muy bajo cuando el regulador está en cortocircuito, el transistor T5 permanece saturado debido a que la corriente de base suministrado a través de D3 y R3 es suficiente para conseguir esa saturación.

El reset automático incorporado en este circuito opera de la siguiente manera: cuando el cortocircuito es removido, el voltaje a través de la salida comienza a subir debido a que se suministra corriente por medio de T5, dado que el voltaje diferencial en el transistor serie T2 determina la excitación de la base de T5 y este voltaje ha disminuído debido a que ha aumentado el de salida; el T5 comienza a apagarse permitiendo que T2 se encienda por intermedio de T3.

Cuando el voltaje de salida excede el voltaje de C2, éste comienza a cargarse a través de D5, el voltaje en D5 despolariza la base emisor de T5 apagándolo. Cuando esto sucede, la corriente normal de base es suministrado al T2 y el circuito reasume operación normal.

Bajo condiciones normales de operación, el circuito de protección está a pagado y no afecta en modo alguno el funcionamiento general del circui-to.

2.4 PROGRAMACION DE LAS CARACTERISTICAS LUMINICAS:

2.4.1 Un destello simple:

En el circuito generador de pulsos y con el potenciómetro P1, fijamos el período de la característica, que puede ser de algunas dé cimas de segundo hasta algunas decenas de segundo. Cada vez que el generador de pulsos entrega un pulso, encendemos la lámpara formando el primer destello de la característica. Con el potenciómetro P2 del circuito de desconexión correspondiente al primer eclipse, escogemos la duración del primer destello.

2.4.2 Dos Destellos de Igual Duración:

En el circuito generador de pulsos y con el potenciómetro P1, fijamos el período de la característica y con el primer pulso generamos el primer destello, cuya duración la escogemos con el potenciómetro P2 del circuito de desconexión correspondiente al primer eclipse. El comienzo del segundo destello lo elegimos con el potenciómetro P3 corres-

pendiente al segundo circuito de conexión y la duración del segundo destello la escogemos con el potenciómetro P4.

2.4.3 Dos Destellos de Diferente Duración:

Similar que 2.4.2, excepto que el valor escogido con el potenciómetro P2 ya no coincide con el escogido por el P4.

2.4.4 Tres Destellos de Igual Duración:

La programación de esta característica es similar al 2.4.2 con el adicional del tercer destello con su respectivo eclipse; a éstos los escogemos con el potenciómetro P5 del circuito de conexión que es el que da el comienzo del tercer destello y con el potenciómetro P6 del circuito de desconexión, que es el que da la duración del destello. Hay que destacar el hecho que los valores de los potenciómetros P2, P4, P6 son iguales.

2.4.5 Tres Destellos de Diferente Duración:

Similar que 2.4.4, excepto que los valores de los potenciómetros P2, P4 y P6 son todos diferentes.

2.4.6 Cuatro Destellos de Igual Duración:

Lo mismo que se dijo para 2.4.4 más lo que incluye al cuarto destello y su eclipse; el comienzo del cuarto destello lo fijamos con el potenciómetro P7 y la duración del cuarto destello la escogemos con el potenciómetro P8, que debe tener igual valor que P2, P4 y P6.

2.4.7 Cuatro Destellos de Diferente Duración:

Similar que 2.4.6 excepto que los valores de los potenciómetros P2, P4, P6 y P8 son todos diferentes entre sí.

2.4.8 Destello Rápido e Interrumpido:

Este tipo de característica la programamos así, en el cir
cuito generador de pulsos, escogemos un valor grande para el potenciómetro
tro P1 que es el que determina la duración del período y con P2, P3, P4
P5, P6 y P7 formamos 4 destellos y 4 eclipses muy cortos, de tal forma
que la suma de todos ellos sea mucho menor que la duración del período.

III. PRESUPUESTO

3.1 LISTA DE PARTES:

La Tabla 1 es la Lista de Partes que corresponde al diseño del des
tallador cuyo diagrama general está en la Figura 1; con esta tabla se
proporciona al usuario la identificación básica de los componentes para
un adecuado mantenimiento de la unidad.

Esta lista constituye un análisis completo de la unidad, en lo que res
pecta a los componentes electrónicos.

T A B L A 1

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
R0	Resistencia	56 Ohmios	1/2 Watt
R1	Resistencia	1.8 Kohmios	1/2 Watt
R2	Resistencia	200 Ohmios	1/2 Watt
R3	Resistencia	15.0 Kohmios	1/2 Watt
R4	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R5	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R6	Resistencia	470 Ohmios	1/2 Watt
R7	Resistencia	470 Ohmios	1/2 Watt
R8	Resistencia	1.14 Kohmios	1/2 Watt
R9	Resistencia	47 Ohmios	1 Watt
R10	Resistencia	560 Ohmios	1/2 Watt
R11	Resistencia	56 Ohmios	1/2 Watt
R12	Resistencia	1.2 Kohmios	1/2 Watt
R13	Resistencia	85 Ohmios	1/2 Watt
R14	Resistencia	1.8 Kohmios	1/2 Watt
R15	Resistencia	470 Ohmios	1/2 Watt
R16	Resistencia	1.4 Kohmios	1/2 Watt
R17	Resistencia	470 Ohmios	1/2 Watt
R18	Resistencia	40 Ohmios	5 Watt
R19	Resistencia	120.0 Kohmios	1/2 Watt
R20	Resistencia	50.0 Kohmios	1/2 Watt
R21	Resistencia	5.0 Kohmios	1/2 Watt

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
R22	Resistencia	120.0 Kohmios	1/2 Watt
R23	Resistencia	50.0 Kohmios	1/2 Watt
R24	Resistencia	470 Ohmios	1/2 Watt
R25	Resistencia	47.0 Kohmios	1/2 Watt
R26	Resistencia	22.0 Kohmios	1/2 Watt
R27	Resistencia	4.7 Kohmios	1/2 Watt
R28	Resistencia	200 Kohmios	1/2 Watt
R29	Resistencia	10.0 Kohmios	1/2 Watt
R30	Resistencia	6.0 Kohmios	1/2 Watt
R31	Resistencia	4.7 Mohmios	1/2 Watt
R32	Resistencia	3.3 Kohmios	1/2 Watt
R33	Resistencia	82 Ohmios	1/2 Watt
R34	Resistencia	27 Ohmios	1/2 Watt
R35	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R36	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R37	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R38	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R39	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R40	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R41	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R42	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R43	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R44	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R45	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
R46	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R47	Resistencia	2.0 Kohmios	1/2 Watt
R48	Resistencia	1.0 Kohmios	1/2 Watt
R49	Resistencia	220 Ohmios	1 Watt
P1	Potenciómetro	5.0 Mohmios	1 Watt
P2	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P3	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P4	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P5	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P6	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P7	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P8	Potenciómetro	50.0 Kohmios	1 Watt
P9	Potenciómetro	5.0 Kohmios	1 Watt
C1	Capacitor	1000 μf , 25 Volt.	Polarizado
C2	Capacitor	0.1 μf , 25 Volt.	Polarizado
C3	Capacitor	240 μf , 25 Volt.	No Polarizado
C4	Capacitor	240 μf , 25 Volt.	No Polarizado
C5	Capacitor	1000 μf , 25 Volt.	Polarizado
C6	Capacitor	22 μf , 25 Volt.	Polarizado
C7	Capacitor	330 μf , 25 Volt.	Polarizado
C8	Capacitor	0.47 μf , 25 Volt.	Polarizado

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
C9	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C10	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C11	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C12	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C13	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C14	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C15	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C16	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C17	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C18	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C19	Capacitor	330 u _f , 25 Volt.	Polarizado
C20	Capacitor	0.47 u _f , 25 Volt.	Polarizado
D1	Diodo	ECG 113A	
D2	Diodo Zener	ECG 5068A	
D3	Diodo Zener	ECG 5018A	
D4	Diodo Zener	ECG 5068A	
D5	Diodo	1 N 4718 A1	
D6	Diodo	1 N 4718 A1	
D7	Diodo Zener	ECG 5064 A	
D8	Diodo	1 N 4718 A1	
D9	Diodo	1 N 4718 A1	
D10	Diodo	1 N 4718 A1	

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
D11	Diodo	1 N 4718 A1	
D12	Diodo	1 N 4718 A1	
D12	Diodo	1 N 4718 A1	
D13	Diodo	1 N 4718 A1	
D14	Diodo	1 N 4718 A1	
D15	Diodo	1 N 4718 A1	
D16	Diodo	1 N 4718 A1	
D17	Diodo	1 N 4718 A1	
D18	Diodo	1 N 4718 A1	
D19	Diodo Zener	ECG 5016 A	
D20	Diodo Zener	ECG 5068 A	
D21	Diodo Zener	ECG 5068 A	
D22	Diodo	1 N 4718 A1	
D23	Diodo	1 N 4718 A1	
T1	Transistor	2 N 3903	
T2	Transistor	2 N 6381	
T3	Transistor	ECG 123A	
T4	Transistor	ECG 123A	
T5	Transistor	ECG 123A	
T6	Transistor	ECG 123A	
T7	Transistor	ECG 123A	
T8	SCR	ECG 5527	

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
T9	SCR	ECG 5527	
T10	SCR	ECG 5527	
T11	PUT	2 M 6027	
T12	Transistor	ECG 123A	
T13	Transistor	ECG 123A	
T14	Transistor	ECG 123A	
T15	UJT	ECG 6401	
T16	Transistor	ECG 123A	
T17	Transistor	ECG 123A	
T18	Transistor	ECG 123A	
IC1	Contador décadas/Divisor	4017B	
IC3	Multivibrador Monoestable	74121	
IC4	Multivibrador Monoestable	74121	
IC5	Multivibrador Monoestable	74121	
IC6	Multivibrador Monoestable	74121	
IC7	Multivibrador Monoestable	74121	
IC8	Multivibrador Monoestable	74121	
IC9	Multivibrador Monoestable	74121	
LDR	Fotocélula		
1	Lámpara bifilamento		12 Volt.
SW1	Interruptor		

<u>No.</u>	<u>Artículo</u>	<u>Valor</u>	<u>Observaciones</u>
SW2	Interruptor		
SW3	Interruptor		
SW4	Interruptor		
SW5	Interruptor		

3.2 COSTO TOTAL DEL DISEÑO:

El costo del destellador se lo puede dividir en tres partes:

- a. Costo de los componentes electrónicos que alcanza un valor de 4.246 sucres, cuyo detalle se muestra a continuación:

50 Resistencias	\$ 115
9 Potenciómetros	270
20 Capacitores.	880
6 Diodos Zener	240
16 Diodos	320
13 Transistores	481
3 SCR.	450
1 PUT	56
1 UJT	65
8 Circuitos Integrados	250
1 Fococélula	609
1 Lámpara	450
5 Interruptores.	60

- b. Otros, en el que se incluye el valor del porta-lámparas y la tarjeta en la que se hace el montaje de los componentes e electrónicos; cuyo precio es de 1.300 sucres.
- c. Dirección Técnica más imprevistos 15% \$ 831.
- d. Por lo tanto, el costo total de la unidad está valorada en \$ 6.383 sucres.

IV. CONSTRUCCION

4.1 TECNICAS Y MATERIALES UTILIZADOS:

El destellador inicialmente fue diseñado basándose en el principio del contador en anillo realizado con PUT, luego después se lo intentó realizar con SCR y con UJT, pero pronto esta idea se la desechó porque presentaba el inconveniente de tipo comercial; en primer lugar, son elementos poco comunes en el comercio local y en segundo lugar, la cantidad de estos elementos electrónicos elevaba el precio del destellador, con lo cual se descuidaba uno de los principales objetivos de la presente tesis.

Si la idea original se convirtió en impracticable, ya que el contador en anillo representa el núcleo del destellador, entonces hubo la necesidad de hacer cambios sustanciales en casi todo el diseño original, los mismos que a continuación los detallamos.

La etapa codificadora se la realiza con circuitos integrados y circuitos detectores de pendiente negativa, esta forma de hacerlo elimina las tar

jetas que utilizaba el diseño original, tarjetas en las que se programan las características lúminicas, con lo cual se simplifica notablemente el diseño haciéndolo más versátil y compacto.

Otro de los cambios notables que se hicieron son los introducidos en el circuito de la lámpara en todas sus partes (regulador de voltaje, selector de filamento y protección contra cortocircuito); inicialmente, el regulador de voltaje utilizaba la regulación del pulso, es decir, de la señal de control que servía para encender el filamento de la lámpara, pero ya que también se hicieron cambios en el circuito de encendido de la lámpara, esta forma de regular el voltaje deja de tener validez; entonces se decidió hacerlo ya no en la sección de control sino en la de potencia, es decir, regulando el voltaje de entrada. Lógicamente que un cambio en el regulador de voltaje exige también que el circuito de protección contra cortocircuito sea diferente y que en este caso se lo realiza en la sección de potencia.

La forma de manipular la corriente para encender la lámpara se lo consigue con la ayuda de un SCR y no por medio de transistores de potencia. Todos estos cambios en el diseño original dieron lugar al que se lo está presentando como definitivo y que constituye el principal motivo para el desarrollo de esta tesis de grado.

Las experiencias obtenidas en la construcción del diseño, incluyendo las dificultades encontradas debidas a que algunos elementos electrónicos tuvieron que pedirse directamente a las casas productoras, se detallan a continuación.

Círculo Contador:

Por los conocimientos recibidos en los cursos de Electrónica y de Controles Industriales Electrónicos, tenía entendido que el UJT respondía a frecuencias bajas, pero no sabía qué tanto, hasta que tuve la oportunidad de comprobarlo en el generador de pulsos que se está utilizando en el diseño; con ayuda de un osciloscopio Tektronix pude obtener períodos hasta de 50 segundos equivalente a 0.02 Hz, conociendo de esta propiedad del UJT ya no hubo necesidad de utilizar más de un circuito integrado 4017B (Decade Counter/Divisor).

Una de las pruebas de lo distante que se encuentra la teoría de la práctica, queda demostrado en el conmutador diurno. En primer lugar, la célula fotoeléctrica no incrementa su resistencia al aumentar la intensidad luminosa, todo lo contrario, la resistencia disminuye al aumentar la luz incidente (con este antecedente la célula fotoeléctrica ya no se la conecta en la base del transistor T1 y el común, sino que se la conecta entre la base de T1 y la fuente de alimentación). Con este cambio, el circuito acoplado al generador de pulsos tampoco trabaja correctamente cuando el valor de P1 es pequeño, ya que se pone en serie con R30 cuando T1 se abre, impidiendo de esta manera que exista el suficiente voltaje para polarizar correctamente el generador de pulsos. Haciendo reajustes en R30 y P1 se soluciona el problema de la polarización pero el circuito no trabaja satisfactoriamente, ya que el generador de pulsos entrega permanentemente su señal a través de R8. Cuando se conecta el capacitor C8 al colector de T1 y los extremos de P1 y R9 a la fuente de alimentación,

Los resultados son enteramente positivos.

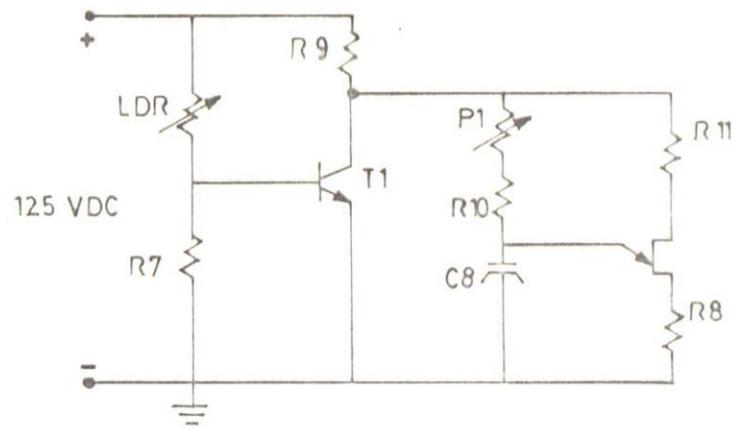
Es necesario recordar que en el circuito original, la conexión común de P1 y R9 estaban unidos al colector de T1. Para efectos explicativos, se incluye la parte correspondiente del circuito original que aparece en la Figura 3.

La fotocélula a utilizarse tiene una resistencia que varía entre 2.5 Kohmios cuando la luz incidente es intensa y 10 Mohmios cuando la luz es casi nula, para la penumbra la resistencia es de 150 Kohmios. Es necesario mencionar que para probar el circuito del conmutador diurno, fue preciso simular la fotocélula con un potenciómetro, ya que el comportamiento de la fotocélula es diferente con la luz solar que con la luz artificial.

Circuito del Programa:

Inicialmente el circuito detector de pendiente negativa era un circuito clamper, pero con una constante de tiempo mucho menor que el período de pulso cuyo borde final queremos detectar. A este circuito había que añadirle algunos elementos más para que cumpla con el objetivo proyectado, estos elementos lo constituyen un transistor con sus resistencias de polarización; la señal deseada es tomada de T18. La dificultad encontrada en este circuito es de que se necesitan obtener señales de control de un apreciable valor de corriente para direccionarla al circuito de la lámpara propiamente dicha, esto se lo consigue con una baja resistencia conectada en el colector de T18, esto es en cuanto al circuito de desconexión;

FIG. 3
CIRCUITO CONMUTADOR DIURNO
(DISEÑO ORIGINAL)



en lo que respecta al circuito de conexión, la señal se la direcciona a la base del transistor T17. Las pruebas que se hicieron fueron enteramente satisfactorias.

Las dificultades encontradas para utilizar los multivibradores monoestables se deben, en primer lugar, a la escasez de éstos en el comercio local y, en segundo lugar, por la falta de un adecuado proto-board; después de superados estos obstáculos me encontré con el inconveniente de no saber los valores apropiados de resistencia y capacitancia que externamente hay que conectarle al circuito integrado; para resolver este problema se recurrió a las pruebas experimentales y por medio de este método, logré determinar que el valor de la resistencia está comprendido entre 2 Kohmios y 40 Kohmios y la capacitancia entre 22pf y 1000uf, con estos valores se consigue que la duración del pulso esté comprendido entre 40 ns y 40 segundos. Se comprobó que así es con ayuda del osciloscopio.

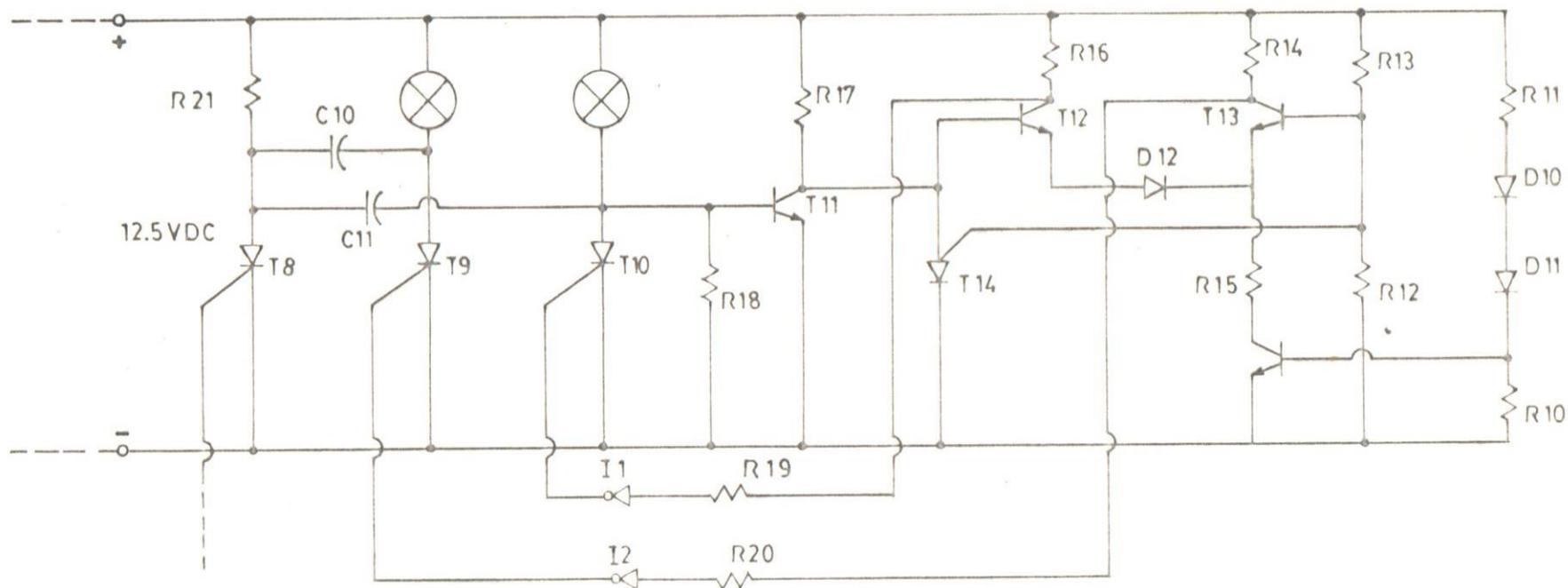
La falta de información de cómo se conecta el circuito integrado 4017B (Decade Counter/Divider), fue otro de los problemas que había que superar, en el manual de la Motorola sobre circuitos integrados, se halló lo que se requería; estas conexiones son las siguientes: por el pin 14 la señal del reloj, es decir, la señal que se requiere dividir por 10; el pin 13 (CLOCK ENABLE) colocado a un potencial de 0 Volt. y el pin 15 (RESET) también a 0 Volt. La salida se obtiene por el pin 11, cuya señal es un pulso rectangular con una frecuencia que es 10 veces menor a la que llega por el pin 14.

Circuitos de la Lámpara:

Voy a mencionar las experiencias obtenidas en el circuito selector de filamento; los resultados de esta prueba son satisfactorios cuando se lo hace en forma independiente, las dificultades surgen cuando se lo acopla al circuito de la lámpara propiamente dicho, por las siguientes razones, en primer lugar, cuando el SCR T10 está apagado, el voltaje de la base de T11 es el de la fuente y el voltaje entre la base y el colector de T11 es de 0 Volt., condición bajo la cual el transistor se destruye. En la prueba del circuito selector de filamento en forma independiente, no se pudo observar este resultado ya que estaba simulando las condiciones de prendido y apagado del SCR con resistencias que polarizaban o no polarizaban correctamente al transistor T11; en segundo lugar, la señal de disparo para los SCR obtenida de los colectores de T12 y T13 en cualquier instante, hacen conductores a los SCR y no como se requiere que sólo conduzcan cuando T12 y T13 trabajen en saturación. Las señales obtenidas en los colectores de T12 y T13 tienen un valor igual al de fuente y que se hace cero cada vez que le llega la señal de cualquiera de los circuítos de conexión. Esta dificultad se la soluciona colocando una inversora (realizada con elementos discretos) antes de aplicar la señal a las puertas de los SCR (T9 y T10). Se incluye la parte correspondiente del circuito original para efectos explicativos, cuyo diagrama aparece en la Figura 4.

La primera dificultad mencionada exige un poco más de cambios para conseguir lo que se desea; en primer lugar, se sustituye el transistor T11 por un circuito de retardo de tiempo conectado al emisor de T14 (PUT); mientras la lámpara o el filamento de servicio esté en funcionamiento, el

FIG.4
 CIRCUITO SELECTOR DE FILAMENTO
 (DISEÑO ORIGINAL)



capacitor C5 se descarga por el diodo D6 y por el SCR T10 sin alcanzar nunca el voltaje de disparo del transistor T14; tan pronto falla la lámpara o el filamento de servicio, el capacitor C5 se carga a un valor suficiente que dispara al transistor T14, con lo cual se consigue que el transistor T12 suministre la señal de disparo al SCR correspondiente, para que se encienda la lámpara o el filamento de reserva.

En lo que se refiere a las pruebas hechas en el circuito de las lámparas propiamente dicho, los resultados son enteramente satisfactorios, la única experiencia digna de mencionarse es de que la carga de los SCR no puede ser muy alta; con una resistencia de 200 Ohmios el SCR empieza a trabajar defectuosamente.

El chequeo del funcionamiento de la fuente reguladora de voltaje se lo realizó sin que esté presente el circuito de protección contra cortocircuito y colocando como carga una resistencia de 10 ohmios, 25 watt; para esta carga el circuito trabaja satisfactoriamente con un voltaje de salida de 12.5 Volt. y con una entrada comprendida entre 15 y 20 Volt. Cuando se reemplaza la resistencia por una lámpara de 40 Watt, el circuito trabaja satisfactoriamente. El circuito de protección contra cortocircuito para ambos casos, trabaja de acuerdo con lo planeado en el diseño.

4.2 SUMARIO DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS OBTENIDAS DEL DESTELLA - DOR:

Especificaciones.-

Voltaje de entrada 15 - 20 Volt. dc.

Voltaje de salida: 12.5 V DC
Potencia de salida: 1 Watt - 50 Watt
Temperatura ambiente: 25° C a 60° C.
Corriente en Standby
En el día 5 m A
Entre destellos 400 m A
Durante el destello 400 m A (sin carga)

Etapa de Salida:

Doble, con cambiador automático de lámpara o filamento de re
serva.

Control de la luz del día:

Fotocélula interna o también una fotocélula externa o alterna
tivamente un switch de tiempo.

Característica:

A. Duración del Destello. La duración de cada destello pue
de ser variado entre 0.01 seg. y 40 seg.

Número de destellos: De 1 a 4. Cada destello puede tener
una duración distinta a otros destellos.

B. Duración del Eclipse. Los eclipses pueden tener una dura
ción en el rango comprendido entre 0.01 a 40 seg. Número
de eclipses: de 1 a 4. Con características de un sólo des

tello, el eclipse puede ser hasta algo menor de 100 seg.; con características de dos destellos, los eclipses pueden ser variados hasta 40 seg.

- C. Período de la característica. La suma de todos los destellos y eclipses puede ser hasta de 100 seg.
- D. Destellos rápidos e interrumpidos. El destellador diseñado también puede producir este tipo de característica.

Montaje:

El destellador es conveniente para montajes internos.

Arreglos fijos dependen del tipo de linterna.

Si la lámpara es de 40 Watt y la duración del destello es mayor del 50% del período total, el destellador debe ser instalado sobre un disipador.

Protección Eléctrica:

Si las conexiones del suministro de voltaje son invertidas, actuará el circuito correspondiente para evitar que cualquier componente sea destruido.

Si los terminales de salida de la lámpara son cortocircuitadas, cuando está encendida, el suministro de voltaje a la misma, es instantáneamente desconectado.

Vamos a describir la forma de programar las características lumínicas más usadas en el sistema de señalización náutica del Ecuador, como son las que tienen períodos de 5, 10, 15 y 20 segundos. Para conocer los valores de los elementos que nos sirven para encontrar la duración del destello, eclipse y período, vamos a servirnos de las siguientes fórmulas y del diagrama del diseño que aparece en la figura 1.

Duración del Período (P1):

$$(1) \quad P1 = \frac{T}{C6}$$

Donde:

P1 es el potenciómetro cuyo valor de resistencia deseamos averiguar y viene dado en ohmios.

T es el período de la característica en segundos.

C6 es el valor del capacitor en el circuito generador de pulsos en microfaradios; tiene un valor fijo de 22 μf .

Reemplazando el valor de C6 en la fórmula (1), se obtiene que:

$$(2) \quad P1 = \frac{T}{22} \times 10^6$$

Duración del Destello o Eclipse (Pi):

$$(3) \quad Pi = \frac{T_x}{0.77C} \times 10^6$$

Donde:

Pi es el valor del potenciómetro que deseamos calcular para ob

tener la duración de cualquiera de los destellos o eclipses y viene dado en ohmios. P_i puede tener los siguientes valores $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$ y P_8 ; correspondiendo P_2 para la duración del primer destello, P_3 para la duración del primer eclipse, P_4 para la duración del segundo destello, P_5 para la duración del segundo eclipse, P_6 para la duración del tercer destello, P_7 para la duración del tercer eclipse y P_8 para la duración del cuarto destello.

T_x es el tiempo elegido ya sea para un destello o para un eclipse y sus unidades son los segundos.

C es el capacitor que se encuentra conectado en los circuitos integrados multivibradores monoestables (entre el pin 10 y el pin 11); tiene un valor fijo de 330 μf .

Reemplazando el valor de C en la fórmula (3) se obtiene que:

$$(4) \quad P_i = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6$$

Período de 5 segundos, destello simple:

La característica que tiene un período de 5 seg. generalmente está compuesto de un destello y un eclipse y que en el diseño lo conseguimos así: con el potenciómetro P_1 en el generador de pulsos fijamos un valor calculado con la fórmula (2).

$$P_1 = \frac{5}{22} \times 10^6 = 230 \text{ kohmios}$$

Con lo cual conseguimos que el destello se repita cada 5 segundos y la duración del mismo lo conseguimos con el potenciómetro P_2 del primer circuito de desconexión que a manera de ejemplo podemos elegir en 0.5 segundos

dos, siendo este el caso, el valor de P2 lo calculamos con ayuda de la fórmula (4).

$$P2 = \frac{0.5}{254.7} \times 10^6 = 2.0 \text{ kohmios}$$

Para el ejemplo en mención, la característica lumínica es:

$$0.5 + \underline{4.5} = 5.0 \text{ seg.}$$

Como ya dijimos anteriormente, el destello comienza cada 5 seg. y dado que lo fijamos en 0.5 seg., el eclipse lo constituye todo el tiempo restante hasta que llegue otra vez el comienzo del destello.

Período de 10 segundos, doble destello:

Para describir la programación de este tipo de característica, lo vamos a hacer con la ayuda de un ejemplo:

$$0.5 + \underline{1.0} + 0.5 + \underline{8.0} = 10 \text{ seg.}$$

Con el potenciómetro P1, cuyo valor lo calculamos con la fórmula (2):

$$P1 = \frac{10}{22} \times 10^6 = 455 \text{ kohmios}$$

Con este valor estamos fijando el período de la característica.

Con el potenciómetro P2, cuyo valor viene dado por la fórmula (4):

$$P2 = \frac{T_x}{254.7} \times 10^6 ; T_x = 0.5 \text{ seg.}$$

$$P2 = \frac{0.5}{254.7} \times 10^6 = 2.0 \text{ kohmios}$$

logramos la duración del primer destello.

El primer eclipse lo formamos con la ayuda del potenciómetro P3 correspondiente al segundo circuito de conexión, la resistencia de este po

tenciómetro lo calculamos con la fórmula (4).

$$P3 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1.0 \text{ seg.}$$

$$P3 = \frac{1.0}{254.1} \times 10^6 = 4.0 \text{ kohmios}$$

El segundo destello y su duración está dado por el potenciómetro P4 correspondiente al segundo circuito de conexión. Utilizamos la fórmula (4):

$$P4 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 0.5 \text{ seg.}$$

$$P4 = \frac{0.5}{254.1} \times 10^6 = 2.0 \text{ kohmios}$$

Tan pronto culmina el segundo destello, todo el tiempo restante del período lo constituye el segundo eclipse.

Período de 15 segundos, tres destellos:

El ejemplo escogido para ilustrarse la programación de esta característica es el siguiente:

$$1.0 + \underline{1.0} + 1.0 + \underline{5.5} + 2.0 + \underline{4.5} = 15 \text{ segundos.}$$

Antes de aplicar la fórmula (2) para hallar el valor del potenciómetro - que fija la duración del período, es necesario aclarar que para características cuyos períodos sean mayores a 10 segundos ya entra en funcionamiento el circuito integrado divisor de frecuencia IC1, por lo tanto, es preciso dividir el período por 10. De esta manera el circuito generador de pulsos entrega un pulso 10 veces menor que el tiempo deseado y con IC1 conseguimos la duración del período pedido.

Empleando la fórmula (2) tenemos que:

$$P1 = \frac{1.5}{22} \times 10^6 = 68 \text{ kohmios}$$

Con este valor del potenciómetro y operando el circuito integrado divi sor de frecuencia IC1, conseguimos un período de 15 seg.

La duración del primer destello lo fijamos con el potenciómetro P2 cuyo valor es de:

$$P2 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1 \text{ seg.}$$

$$P2 = \frac{1}{254.1} \times 10^6 = 4.0 \text{ kohmios}$$

El primer eclipse lo formamos con el potenciómetro P3 que tiene un valor que se lo calcula por medio de la fórmula (4).

$$P3 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1 \text{ seg.}$$

$$P3 = \frac{1}{254.1} \times 10^6 = 4.0 \text{ kohmios.}$$

El segundo destello con una duración de 1 segundo lo conseguimos con el potenciómetro P4 que con la fórmula (4) encontramos que tiene un valor de:

$$P4 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1 \text{ seg.}$$

$$P4 = \frac{1}{254.1} \times 10^6 = 4.0 \text{ kohmios}$$

El segundo eclipse con un tiempo de 5.5 segundos lo fijamos con el potenen

ciómetro P5 del tercer circuito de conexión, cuyo valor es calculado con la fórmula (4).

$$P5 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 5.5 \text{ seg.}$$

$$P5 = \frac{5.5}{254.1} \times 10^6 = 21.6 \text{ kohmios}$$

El tercer destello que tiene una duración de 2 seg. lo conseguimos con el potenciómetro P6 del tercer circuito de desconexión que tiene un valor de 8.0 kohmios calculado con ayuda de la fórmula (4).

Tan pronto culmina el tercer destello, el destellador permanece apagado por 4.5 segundos hasta que una vez más le llegue la señal del primer destello; estos 4.5 seg., vienen a constituir el tercer eclipse.

Período de 20 segundos, cuatro destellos:

El ejemplo escogido para el efecto es el siguiente:

$$1.0 + \underline{2.0} + 1.0 + \underline{2.0} + 1.0 + \underline{2.0} + 1.0 + \underline{10.0} = 20 \text{ seg.}$$

Con ayuda de la fórmula (2) calculamos la resistencia de P1 y dado que se trata de un período de más de 10 segundos, es necesario dividir éste por 10, por las mismas razones expuestas en el ejemplo para un período de 15 segundos.

$$P1 = \frac{2.0}{22} \times 10^6 = 100 \text{ kohmios.}$$

Con este valor del potenciómetro y con IC1 conseguimos el período de 20 segundos.

La duración del primer destello lo conseguimos con la fórmula (4) que fija

un valor para P2 de:

$$P2 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1.0 \text{ seg.}$$

$$P2 = 4.0 \text{ kohmios.}$$

Con P3 fijamos la duración del primer eclipse cuyo valor dado viene dado por la fórmula (4).

$$P3 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 2.0 \text{ seg.}$$

$$P3 = 8.0 \text{ kohmios.}$$

P4 sirve para fijar el tiempo del segundo destello que lo calculamos con ayuda de la fórmula (4).

$$P4 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; = 1.0 \text{ seg.}$$

$$P4 = 4.0 \text{ kohmios.}$$

El segundo eclipse con el tiempo de 20 seg., lo fijamos con el potenciómetro P5 cuyo valor es de:

$$P5 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 2.0 \text{ seg.}$$

$$P5 = 8.0 \text{ kohmios.}$$

El tercer destello de la característica cuya duración es de 1.0 seg., lo fijamos con P6 que tiene un valor dado por la fórmula (4).

$$P6 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1.0 \text{ seg.}$$

El tercer eclipse lo formamos con el potenciómetro P7 del cuarto circuito de conexión cuyo valor lo encontramos con la fórmula (4).

$$P7 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 2.0 \text{ seg.}$$

$$P7 = 8.0 \text{ kohmios.}$$

Con ayuda del potenciómetro P8 con un valor que lo encontramos con la fórmula (4) encontramos la duración del cuarto destello.

$$P8 = \frac{T_x}{254.1} \times 10^6 ; T_x = 1.0 \text{ seg.}$$

$$P8 = 4.0 \text{ kohmios.}$$

El cuarto eclipse con sus 10 segundos lo constituye el tiempo que permanece apagado el destellador; después de concluido el cuarto destello.

V. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del destellador y las pruebas a que fue sometido, va mos a describirlas a continuación, tomando en cuenta el orden en que apa recen en el sumario de las características técnicas obtenidas (item 4.2)

Para probar el regulador de voltaje, se utiliza una lámpara de 40 Watt bajo estas condiciones, el voltaje de salida es de 12.5 Volt. cuando el voltaje de entrada está comprendido entre 15 Volt. y 20 Volt. Si la lám para es cambiada por otra de diferente potencia, el voltaje de salida de ja de ser de 12.5 Volt., para compensar esta variación, el potenciómetro apropiado (P9) nos sirve para fijar siempre los 12.5 Volt regulados que se requieren para un funcionamiento normal del destellador. Es neces rio destacar que la unidad opera correctamente en el rango de voltaje - comprendido entre 12 y 14 Volt. En este punto hay que acotar que con un apropiado número de baterías de 2.5 Volt. se pueden conseguir voltajes de 15, 17.5 y 20 Volt.; estas baterías son no recargables y las distribu ye la Compañía AGA de Suecia.

El destellador fue sometido a trabajar con lámparas de diferente poten

cia, desde 1 Watt hasta 40 Watt, con la intención de cubrir todo el rango de potencia de salida enunciada en el sumario de las características técnicas. Con la lámpara de 40 Watt, los transistores que soportan toda la corriente de consumo en el regulador de voltaje operaron apropiadamente todo el tiempo a que fueron sometidos durante la prueba.

El circuito selector de filamento (etapa de salida) fue probado bajo las circunstancias más frecuentes que ocurren para que exista esta selección de filamento; primero, cuando la señal de control no le llega al SCR que hace posible que se encienda la lámpara de servicio, y segundo, cuando - ésta se encuentra defectuosa. Se comprueba que sólo 50 segundos, el destellador se encuentra fuera de servicio, al término de este tiempo, la lámpara de reserva toma el lugar de la defectuosa. Ya que si en 50 segundos no se enciende la lámpara de servicio, entra a funcionar la de reserva; se recomienda que la duración de ningún eclipse en el período total de la característica no sea mayor que este tiempo.

Como ya se mencionó en el Capítulo IV, las condiciones de día y de noche fueron simuladas por medio de luz artificial (un reflector de 200 Watt), tomando en cuenta el rango de variación de resistencia de la fotocélula, los elementos que hacen el circuito del control de la luz del día son escogidos de tal manera que la luz incidente de la lámpara del destellador sobre la fotocélula no alteren el funcionamiento normal del destellador. Si la lámpara está encendida cuando actúa el circuito de control de la luz del día, la lámpara se apagará debido a que la carga acumulada en el capacitor perteneciente al generador de pulsos se descarga, produciendo-

un pulso que excita por última vez a los circuitos integrados multivibradores monoestables. En un indeterminado número de pruebas, el destellador funciona satisfactoriamente en las circunstancias últimamente mencionadas.

Diferentes características fueron ensayadas, desde la más simple (un destello) hasta la más complicada, como es la de 4 destellos, la duración de los destellos y de los eclipses fue variado en un amplio margen de tiempo, desde centésimas de segundo hasta decenas de segundos (40 segundos). El período de la característica fue variado desde pocos segundos hasta los 100 segundos que se menciona en el sumario de las características técnicas; pero es posible obtener períodos extensos hasta de 10 minutos, haciendo actuar simultáneamente el generador de pulsos y el circuito integrado Decade Counter/Divider, ya que el generador de pulsos puede entregar señales de disparo hasta de 50 segundos.

También se probó el destellador para que funcione con luz fija o permanente, haciendo ligeros cambios en el diseño (por ejemplo, eliminando la señal de disparo del primer multivibrador monoestable).

Todas y cada una de las características lumínicas convencionales, cuya programación está descrita en el ítem 4.3 de este temario, fueron probadas por repetidas veces y los resultados son satisfactorios. En esta parte, es necesario aclarar que la característica programada es bastante confiable si es que la alimentación para los circuitos integrados, es la apropiada (5 a 6 volt.).

En la protección eléctrica se prueban dos circunstancias adversas (la polaridad inversa y el cortocircuito). En el ensayo de invertir la polaridad de los terminales de entrada al destellador, el fusible debe ser el apropiado, es decir, si la lámpara es de 20 Watt el fusible será de 2.5 Amp., si la lámpara es de 40 Watt el fusible será de 5 Amp., y así sucesivamente. Bajo estas circunstancias, el fusible hace la protección adecuada.

En la protección contra cortocircuito, las carzas utilizados para la prueba oscilan entre 1 Watt y 50 Watt, la respuesta de este circuito es más rápida para cargas de baja potencia que para otro tipo de carga. En las veces que fue probado el circuito, respondió apropiadamente.

En general, el destellador fue sometido a diferentes pruebas por diversos períodos de tiempo y los resultados siempre son positivos.

Detección de Fallas:

Antes de concluir este capítulo, vamos a mencionar las fallas más frecuentes que pueden ocurrir en el destellador.

Si la unidad está funcionando incorrectamente o simplemente no funciona, se recomiendan los procedimientos de prueba que a continuación se detallan:

En primer lugar, coloque una cinta adhesiva negra en la fotocélula. Chequee el voltaje en TP1, éste sería de 12.5 Volt. aproximadamente, para una entrada de 15.0 Volt.; si es de cero Volt. pruebe el fusible, los tran

sistores T1 y T2, o si es diferente de 12.5 Volt. chequee los diodos D2 D4 y el transistor T2. Cada uno de los voltajes que se hace referencia en estas pruebas, son medidos entre los puntos de prueba apropiado y el terminal negativo de la fuente de poder.

- Probando el Codificador:

Mida el valor y la duración del voltaje en el punto de prueba TP2. El voltaje aproximado es de 4 Volt. en el comienzo del destello y 0.4 Volt. durante el resto del destello. Lo mismo se puede decir para el punto de prueba TP3, pero en este caso es para el eclipse. Si el codificador no opera apropiadamente, el mal funcionamiento puede presentarse en cualquiera de las siguientes formas:

1. Característica Irregular:

Esto sucede si alguno de los multivibradores monoestables se encuentran defectuosos y la forma de probarlas es la siguiente: Coloque la punta de prueba del osciloscopio en el pin 6 de cualquiera de ellos; si están funcionando apropiadamente, la forma de onda es rectangular, con una amplitud de 4.1 Volt. y con una duración T que depende del capacitor, de la resistencia y del potenciómetro conectados entre el pin 10 y 11 ($T = 0.7 RC$). Otra alternativa sería chequear los diodos D12, D13, D15, D16, D17 y D18.

2. Señal de Salida Permanente:

Una causa puede ser la falla del generador de pulsos. Este puede -

ser chequeado mediante un voltímetro en el punto de prueba TP4, si no hay voltaje oscilante, es una indicación clara que T14 o T15 están defectuosos.

Una causa alternativa puede ser la falla del SCR T8, de ser así el voltaje en el punto de prueba TP5 es de 12 Volt. aproximadamente. O también que el SCR T10 esté defectuoso, en cuyo caso el voltaje en el punto de prueba TP7 es de 1 Volt. aproximadamente.

3. No hay señal de salida:

Una falla en el circuito conmutador diurno detendrá el codificador. Chequee el voltaje en el punto de prueba TP6; con la célula cubierta, este voltaje sería de 12. Volt. aproximadamente, de no ser así, el transistor T14 o la fotocélula LDR están defectuosos.

Otra causa puede ser que el fusible se encuentre fundido o roto. Aún queda la posibilidad que el SCR T10 se encuentre defectuoso, de ser así, el voltaje en el punto de prueba TP7 es de 12.5 Volt.

Probando los Circuitos de la Lámpara:

Si hay una falla en esta parte del diseño, la lámpara está encendida y apagada permanentemente.

1. La Lámpara está Encendida Permanentemente.-

Esto ocurre cuando el SCR T10 está en cortocircuito, de ser así, el voltaje en el punto de prueba TP7 es de 1 Volt. aproximadamente.

2. La Lámpara permanece apagada. -

- a. Si esto sucede, el SCR T10 está abierto y en este caso el voltaje en el punto de prueba TP7 será de aproximadamente de 12.5 Volt. Si la lámpara o el filamento de reserva no se encienden, el problema radica en el SCR T9, cuyo voltaje en el punto de prueba TP8 será de 12.5 Volt., indicándonos que el SCR T9 está abierto.
- b. Chequee los transistores del circuito selector de filamento.

Para hacer esta prueba, desconecte la puerta del SCR T10, con lo cual se consigue que el circuito que direcciona la corriente de control para la lámpara de reserva, empiece a trabajar.

Voltajes correctos aproximados con la lámpara de reserva encendida, serán como a continuación se detallan:

Colector de T16

(en el instante del encendido de la lámpara) Cero Volt.

(durante el resto del encendido de la lámpara) 1.5 Volt.

Emisor de T12 1.7 Volt.

Base de T13 1.1 Volt.

Emisor de T13 1.4 Volt.

Si todos estos voltajes son diferentes de los mencionados, entonces el transistor T16 está defectuoso. Al hacer este chequeo, se da por descontado que la señal que le llega al punto de prueba TP2 es correcta.

c. Chequee el protector contra cortocircuito.

Haga un cortocircuito entre el punto TP1 y el terminal negativo del suministro de poder a la unidad, si el voltaje entre colector y emisor de T5 no es de aproximadamente 1 Volt., entonces T5 o el Diodo D3 están defectuosos.

d. Chequee el circuito regulador de voltaje.

Cuando se hace variar el voltaje de entrada entre 15.0 y 20 Volt. el voltaje en el punto de prueba TP1 será de 13 Volt. + 4% con una carga de 40 Watt. Si hay una desviación notable en este valor de voltaje, chequee los diodos D2, D4, los transistores T1, T2, T5 y el potenciómetro P9.

VI. CONCLUSIONES

1. El desarrollo del diseño y la construcción del destellador, así como la experiencia obtenida, se lo pudo conseguir gracias a los conocimientos teóricos-básicos recibidos en las aulas del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
2. El destellador, motivo de la presente tesis, se ha probado por más de 100 horas, y en todo este tiempo, la unidad respondió satisfactoriamente, siendo las pruebas realizadas en el laboratorio donde las condiciones ambientales son muy apropiadas. No se ha probado el funcionamiento bajo condiciones normales de operación, es decir, con diferentes temperaturas ambientales, diferentes estados de tiempo (sol, lluvia, diferentes intensidades de luz natural incidente sobre la fotocélula). Por las razones expuestas anteriormente, se requiere una mayor experimentación del diseño.
3. Las características lumínicas de este destellador son fácilmente pro

gramables, ya que con sólo accionar determinados switches y potenciómetros, se puede escoger cualquier período, así como también la duración del destello, del eclipse y del número de destellos. Esta versatilidad lo hace más funcional que cualquier otro destellador electrónico instalado por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

4. El destellador electrónico, materia de estudio de la presente tesis, tiene un valor económico notablemente menor que los suministrados por AGA de Suecia a INOCAR, por lo que se justifica plenamente que se incentive la ampliación de este estudio, tanto en las pruebas a realizarse en el área de trabajo habitual del destellador, así como en la construcción en serie del mismo.

BIBLIOGRAFIA

1. AGA. Equipos de Navegación Marina, AGA, Estocolmo, 1974, Boletín Informativo 3-023 Ac y 3-0221 As.
2. AGA. Manual de Instrucciones del Destellador Electrónico EKSK 12, AGA Estocolmo, 1974, pág. 1-77.
3. BOYLESTAD, Robert. *Electronic devices and circuit theory*, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1978, pags. 539-544, 562-565, 584-588.
4. Dirección General de Puertos y Señales Marítimas. *Proyecto de Mejora de las Señales Marítimas de España*, Madrid, 1967, pags. 15-16, 23-25.
5. LECTIERO, G. *Transistores y Semiconductores Industriales*, Editores-Boixareu, Barcelona, 1975, pags. 219-238.
6. LILEN, Henri. *Tiristors y triacs*, Editores Boixareu, Barcelona, 1974, pags. 88-93, 132-138, 158-160.

7. MARKUS, John. *Manual de Circuitos Electrónicos*, 3135 circuitos, Edi
tores Boixareu, Barcelona, 1974, pag. 711.
8. RCA Solid State. *Thyristor and Rectifier Manual*. RCA, New Jersey, 1975
pag. 138-195.
9. STONE-CHANCE. *Ayudas a la Navegación. Instrucción técnica del Deste*
llador de Estado Sólido "Multiflasher". Stone-Chance, Crawley, pags.
2-8.
10. STONE-CHANCE. *Ayudas a la Navegación. Cambia lámparas automático AL*
C4, ALC6. Stone-Chance, Crawley, Boletín Informativo C2.
11. SYLVANIA. *ECG Semiconductors. Master Replacement Guide*. Sylvania
Incorporated, William sport, 1979.